

**EINIGE KREISLAUFPARAMETER DES
GESUNDEN UND ADAPTATIONSGESTÖRTEN
NEUGEBORENEN UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG DES BLUTVOLUMENS**

Claudia Bakowski

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kinderklinik der Universität München

Direktor : Prof. Dr. Klaus Betke

Einige Kreislaufparameter des gesunden und adaptionsgestörten
Neugeborenen unter besonderer Berücksichtigung des Blutvolumens

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig - Maximilian - Universität zu München

vorgelegt von
Claudia Bakowski
aus Isny

München 1973



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Referent : Prof. Dr. K. Riegel

Koreferent : Prof. Dr. K. Betke

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 10. 7. 1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I EINLEITUNG	1
II UNTERSUCHTE KINDER	2
Standard-Therapie	3
Abnabelungszeit	4
III METHODEN	
1. Blutvolumen-Messung	5
2. Hämatokrit-Messung	6
3. Blutdruck-Messung	7
4. Pulsfrequenz	7
5. Blutgase, Blut-pH	7
6. Berechnete Größen	8
7. KRITIK der Methoden	
a) Blutvolumen	8
b) Hämatokrit	9
IV ERGEBNISSE	
Die Werte aller Kinder zusammen betrachtet	
1. Blutvolumen in Abhängigkeit von Gewicht und Körperoberfläche	11
2. Blutvolumen/kg in Abhängigkeit von Gewicht und Körperoberfläche	11
3. Blut-, Plasma-, Blutzellvolumen, Hämatokrit, Gewicht in Abhängigkeit vom Alter	11
Betrachtung bei unterschiedlichen Adaptationsgraden	
4. entsprechend Punkt 3. in zwei Gruppen	12
5. Die Beziehung des Blutvolumens/Hämatokrits zum Alter	13
6. Regression Plasmavolumen gegen Alter	13
7. Regression Blutzellmasse gegen Alter	14
8. Beziehung zwischen Blutdruck u. Blutvolumen	14
9. Beziehung zwischen Schockindex und Blutvolumen	14

	Seite
10. Herzfrequenz in Abhängigkeit vom Blutvolumen	14
11. Blut-, Blutzellvolumen, Hämatokrit in Abhängigkeit v. Asphyxieindex	15
12. Blut-, Blutzellvolumen, Hämatokrit bei Kindern diabetischer Mütter	16
13. Blut-, Blutzellvolumen, Hämatokrit bei Zwillingen	16
V DISKUSSION	17
a) Diskussion bezüglich der Methode	17
b) Einfluß der Abnabelungszeit	18
c) Änderungen mit dem Alter	19
d) Die Gefahr des verminderten Blutvolumens	26
e) Verminderter Hämatokrit	28
f) Volumenverhältnisse bei Kindern diabetischer Mütter und Zwillingen	29
g) Auswirkungen des Blutvolumens auf den systolischen Blutdruck	30
h) Parameter zur Beurteilung einer Hypovolämie	31
VI ZUSAMMENFASSUNG	33
VII LITERATURVERZEICHNIS	35
VIII ANHANG	41
Statistik	91
IX LEBENSLAUF	92

I. EINLEITUNG

Mit der Geburt findet im Neugeborenen eine umfassende Umstellung der Funktion der kindlichen Organe, vor allem aber des Kreislaufs statt. Dieser Schritt vom intrauterinen Fetalleben zum extrauterinen Leben des Säuglings geht nicht immer ohne Schwierigkeiten vonstatten.

Daher schien es uns von Nutzen, einige Parameter - wie Blutvolumen, Hämatokritwert, Blutdruck und Herzfrequenz - zu messen und ihr Verhalten über die ersten Lebenstage der Neugeborenen zu verfolgen.

Schon früher wurden Untersuchungen über diese Parameter - vor allem interessiert uns hier das Blutvolumen - vorgenommen, doch bestanden diese Kollektive meist aus gesunden Neugeborenen (34, 42, 60, 63). Wenn man alle Ergebnisse zusammen betrachtet, läßt sich verallgemeinernd folgern, daß das Blutvolumen während der ersten fünf Stunden abnimmt und danach wieder ansteigt.

Über das Verhalten dieser Kreislaufgrößen im kranken Organismus liegen allerdings nur wenige Arbeiten vor, die sich auch widersprechen. Einerseits wurde gefunden, daß asphyktische Neugeborene ein erhöhtes Blutvolumen haben (19, 74), andererseits aber auch, daß das Blutzellvolumen bei Kindern mit kardio-respiratorischen Störungen vermindert ist (18).

Größe und Verlauf dieser Daten sind für die Therapie des adaptationsgestörten Neugeborenen jedoch wichtig. Deshalb stellten wir nochmals Untersuchungen an, bei denen wir relativ gesunde und kranke Neugeborene unter Standard-Bedingungen verglichen.

II. UNTERSUCHTE KINDER und ihre Standard-Therapie:

Es wurden an 63 Kindern Messungen durchgeführt, wobei wir an zwei Kindern Zweitbestimmungen vornahmen. Alle Neugeborenen wurden aus den umliegenden Frauenkliniken wegen postpartaler Störungen in die von Haunersche-Kinderklinik verlegt. Zum Teil lag der Grund zur Einweisung in Geburtsanomalien, zum Teil waren es Frühgeborene (Schwangerschaftsdauer unter 38 Wochen, $n=32$) oder Mangelgeborene (Gewicht unter 10er Percentile, $n=7$), Kinder diabetischer Mütter (5) oder die Neugeborenen (18) selbst litten an einer manifesten Krankheit, z.B. Herzfehler, Atemnotsyndrom usw.. Unter den Kindern fanden sich 4 Zwillingspaare, sowie 2 zweitgeborene Zwillinge. Eine Aufgliederung der anamnetischen und klinischen Angaben zu den Kindern findet sich in Tabelle 1 im Anhang.

Die 65 Kinder - 26 weibliche, 37 männliche - waren zum Zeitpunkt der Messung zwischen 2,5 und 99,5 Stunden alt. Ihr Gestationsalter lag, soweit bekannt, zwischen 27 und 42 Wochen, das Geburtsgewicht zwischen 730 g und 4350 g. 10 Kinder verstarben (Todesursache in Ta b. 1c).

Der klinische Zustand der Kinder wurde auf grund des Discriminant-Scores von Riegel und Ahnen definiert, welcher die Körpertemperatur bei Klinikaufnahme, Geburtsgewicht, arteriellen O_2 -Partialdruck, arteriellen pH-Wert und die Plasma-Kalium-Konzentration berücksichtigt. Die entsprechenden individuellen Daten sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

Mit Hilfe dieses Punktesystems wurden die Neugeborenen in Gruppen eingeteilt: Gruppe 1: ausreichend adaptierte Neugeborene, $n=30$, 1 Kind verstarb

Gruppe 2: adaptionsgestörte Neugeborene, $n=34$, 9 Kinder verstarben

Die Grenze wurde bei 5000 Punkten gesetzt (die Überlebenswahrscheinlichkeit beträgt 100% bei ≥ 5100 Punkten)

	mittlere Punktzahl	mittleres Geburtsgewicht
Gr. 1:	5255	2590 g
Gr. 2:	4660	2530 g $p > 0,1$

Außerdem benutzten wir noch eine andere Unterteilung der Neugeborenen, nämlich in Kollektive mit Kindern über 2500 g und mit Kindern unter 2500 g Gewicht zur Zeit der Messung, um den Einfluß des Gewichts auf den Blutdruck abzuschwächen.

	mittleres Gewicht	mittlere Punktzahl
Gr. A:	3100 g	5075
Gr. B:	1835 g	4990 $p > 0,1$

Schließlich wurde untersucht, welchen Einfluß die Geburtsasphyxie ausübt. Als asphyktische Kinder wurden diejenigen gewertet, die fünf Minuten nach der Geburt einen Asphyxie - Index unter 7 aufwiesen (Apgar-Score in Tab. 2).

STANDARD - THERAPIE

die Basistherapie der Risikoneugeborenen war von vornherein wie folgt festgelegt:

Die Kinder kommen in einen Inkubator, dessen Temperatur so eingestellt wird, daß eine Rektaltemperatur zwischen $36,5^{\circ}\text{C}$ und 37°C gewährleistet ist. Der Sauerstoffgehalt in der Inkubatorluft richtet sich nach der arteriellen O_2 -Spannung. Es ist ein arterieller pO_2 -Wert zwischen 50 und 90 mmHg anzustreben. Bei niedrigeren pO_2 -Werten kann der Sauerstoffgehalt der Inkubatorluft bis zu maximal 85% erhöht werden. Bei höheren Partialdrucken wird er entsprechend erniedrigt. Bleibt die arterielle Sauerstoffs Spannung trotz maximalen Sauerstoffgehalts im Inkubator unter 50 mmHg, so wird das Kind maschinell beatmet.

Alle Risikoneugeborenen erhalten eine Dauertropfinfusion. Bei Kindern, deren Discriminant-Score über 5000 liegt, wird zusätzlich nach 12 Stunden langsam die enterale Ernährung aufgebaut (beginnend mit 5% Glucoselösung). Die Neugeborenen der Gruppe 2 werden während der ersten drei Lebenstage praktisch nur parenteral ernährt (150ml 5%ige Glucoselösung/kg/die, 10ml Calciumgluconat (10%ig)/kg/die, 2g Humanalbumin, übrige Elektrolyte nach Bedarf).

Den Säure-Base-Status überwachen wir an Hand von cutanen und arteri-

ellen Blutproben. Bei unterschreiten eines ph - Wertes von 7,2 wird versucht, so schnell wie möglich durch Gabe von Natriumbicarbonat bzw. Trometamol das Basendefizit auszugleichen (47).

Eine akute perinatale Blutungsanämie wird durch Frischbluttransfusionen behandelt. Dabei wird das Neugeborene auf einen venösen Hämatokrit von 40% auftransfundiert.

ABNABELUNGSZEIT :

da die Neugeborenen aus verschiedenen Kliniken überwiesen wurden, in denen unterschiedliche Abnabelungspraktiken üblich sind, läßt sich eine einheitliche Zeit nicht angeben.

Die Abnabelungszeiten liegen für unsere Kinder zwischen 10 Sekunden und maximal einer Minute; für die meisten läßt sich jedoch ein Unterbinden der Nabelschnur zwischen 20 und 30 Sekunden annehmen.

in einer Klinik wird die Nabelschnur Rh-positiver Kinder einigemale ausgestrichen und dann erst unterbunden.

III. METHODEN

1) Das BLUTVOLUMEN wurde mit Hilfe von radioaktivem, Jod¹²⁵-markiertem Humanalbumin bestimmt. Da wir die J¹²⁵ Albumin-Verdünnungsmethode benutzten, haben wir streng genommen nicht das Blutvolumen bestimmt, sondern den Albuminraum (s. dazu "Kritik der Methoden"). Im Folgenden wird jedoch vom "Blutvolumen" die Rede sein.

Gemessen wurde mit dem 125 Blood Volume Computer, D.A. Pitman Ltd. . Eine Ampulle mit 1ccm radioaktiver Lösung wurde in die von der Herstellerfirma präparierte Spritze geschraubt und in den Apparat gesteckt, der die Größe der Aktivität mißt und speichert. Die Dosis von durchschnittlich 3 µci wurde dem Kind aus der Spezialspritze intravenös appliziert. Danach wurde mit 5 ccm isotoner Glucoselösung gespült, um ein Festsetzen an Nadel- bzw. Katheterwandung zu verhindern. In 42 Fällen wurde in die Vena cubitalis oder eine andere periphere Vene injiziert, doch nützten wir in 23 Fällen den rein technischen Vorteil eines Nabelkatheters, wenn ein solcher bereits gelegt war oder die Indikation dazu bestand.

Der in der Nadel verbleibende Teil der radioaktiven Lösung wurde in die Spritze zurückgezogen, und diese wurde wieder in den Apparat gesteckt, der die Restaktivität mißt und von der Ausgangsaktivität abzieht.

Zur Vermischung des J¹²⁵ mit dem gesamten zirkulierenden Blut wurden 10 min. abgewartet, wobei in Kauf genommen wird, daß Jod-Albumin in dieser Zeit in das Interstitium abwandern kann (60). Nach dieser Zeit wurde nochmals eine periphere Vene punktiert. In einer anderen heparinsierten Spezialspritze wurden mindestens 4 ccm Blut gesammelt - oder 2 ccm wurden mit Aqua dest. 1:1 verdünnt - und sofort im Apparat gemessen. Der Apparat zeigt nach kurzer Zeit selbständig das Blutvolumen auf einer Skala an, wobei er die Konzentration des J¹²⁵ in der Blutprobe mißt. Dieser Blutvolumenwert ist jedoch nicht der endgültige. Er muß erst noch

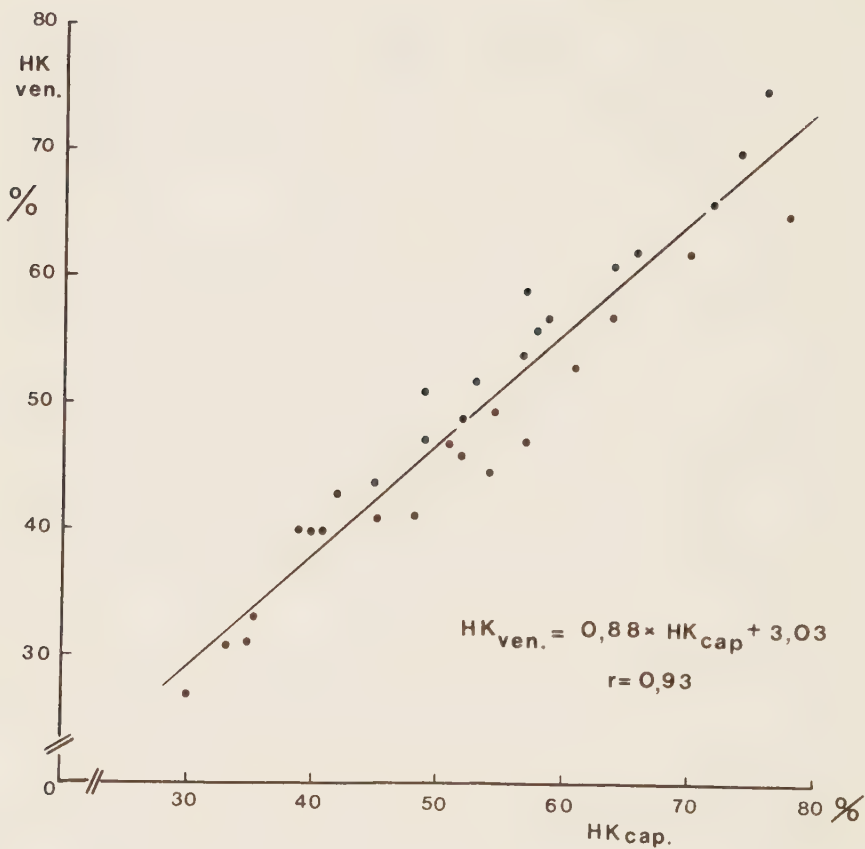


Abb.1: Die Beziehung zwischen venösem und capillären Hämatokrit bei 33 Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression

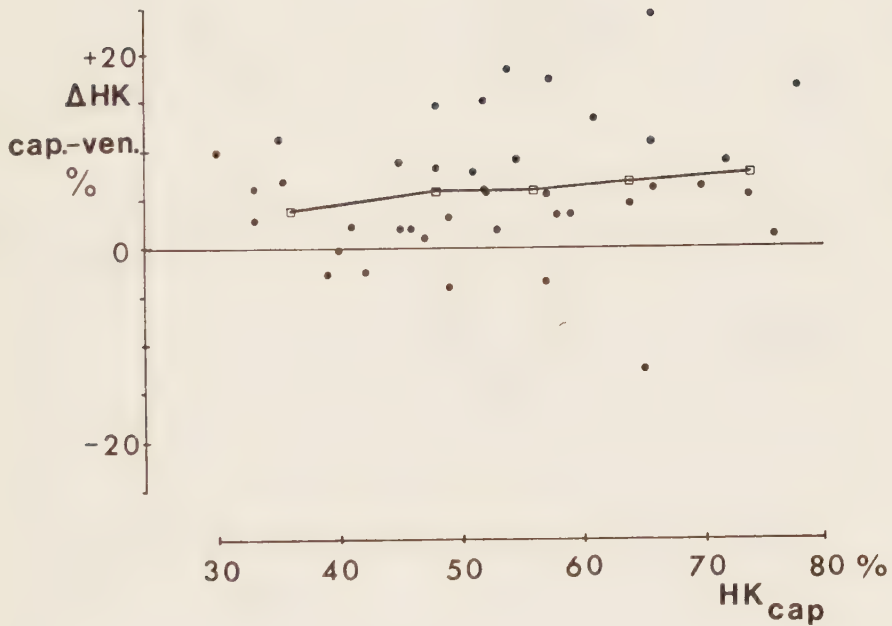


Abb.2: Die Beziehung zwischen capillär-venöser Hämatokrit-Differenz in % und capillärem Hämatokrit bei Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage.

Die Mittelwerte wurden aus fünf Gruppen gebildet:

I bis 44%, II bis 52%, III bis 60%, IV bis 68%, V bis 78% HK_{cap}

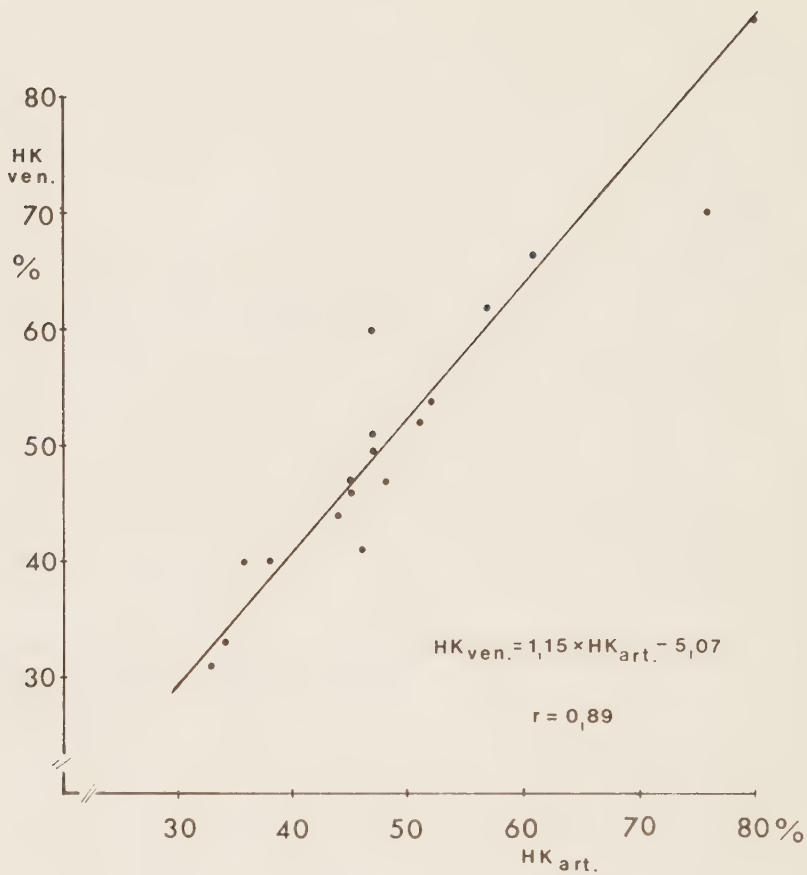


Abb.3: Die Beziehung zwischen venösem und arteriellem Hämatokrit bei 16 Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression.

mu einem Korrekturfaktor von $1/0,93=1,075$ multipliziert werden, der spezifisch für den benutzten Apparat ist. Er wurde durch Vor-messungen mit bekannten Wasser-und Blutvolumina ermittelt.

Außerdem ist eine Korrektur mit dem zur Zeit der Messung beste-henden Hämatokrit-Wert nötig, da der durchschnittliche Körper-Hämatokrit und der venöse Hämatokrit nicht gleich sind (38). Der Multiplikationsfaktor hierfür lautet:

$$100 - HK/100 - (HK \cdot 0,87) \quad (38,66).$$

Jedem Kind wurde nach der Messung 2 Tropfen Lugol'sche Lösung pro kg gegeben, um eine Speicherung des radioaktiven Jods in der Schilddrüse zu verhindern.

2) Für den kapillären (cutanen) HÄMATOKRIT wurde die Ferse des Kindes mit einem sterilen "Hämostilet" punktiert und mit den aus-tretenden Blutstropfen wurden zwei (Doppelbestimmung) Glaska-pillaren mit Blut gefüllt. das mit Spritzen abgenommen worden war. Der weitere Gang ist der gleiche, wie zur Messung des kapillären Wertes.

Es ergaben sich erwartungsgemäß unterschiedliche Werte, je nach der Stelle, an welcher man die Blutproben entnahm. Die kapillären Werte lagen höher als die venösen (Abb.1). Entsprechende Ergebnisse beschreiben u.a. auch Oh und Lind (40).

Im unteren Bereich - bei ca. 35%HK - beträgt die Differenz 4%, im oberen Bereich - bei ca. 75%HK - dagegen 8%(Abb.2).

Eine umgekehrte Abhängigkeit fand sich für venöse und arterielle HK-Werte. Die Regressionsgrade schneidet die Identitätsgerade bei 34% HK. Unterhalb ist der venöse HK kleiner als der arterielle, oberhalb 34% größer (bei ca. 75% um 7,5 Vol%). Aufgrund dieser Regressionsgeraden ($r=0,93$ bzw. $r=0,89$) wurden alle arteriellen und kapillären Werte auf venöse umgerechnet.

Die Aufteilung in Gruppe 1 und 2 zeigt - wie aus Abb.4 hervorgeht-, daß die Regressionsgeraden gleichsinnig verlaufen und die Werte der Gruppe 2 nur wenig niedriger liegen. Es besteht kein signifi-kanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

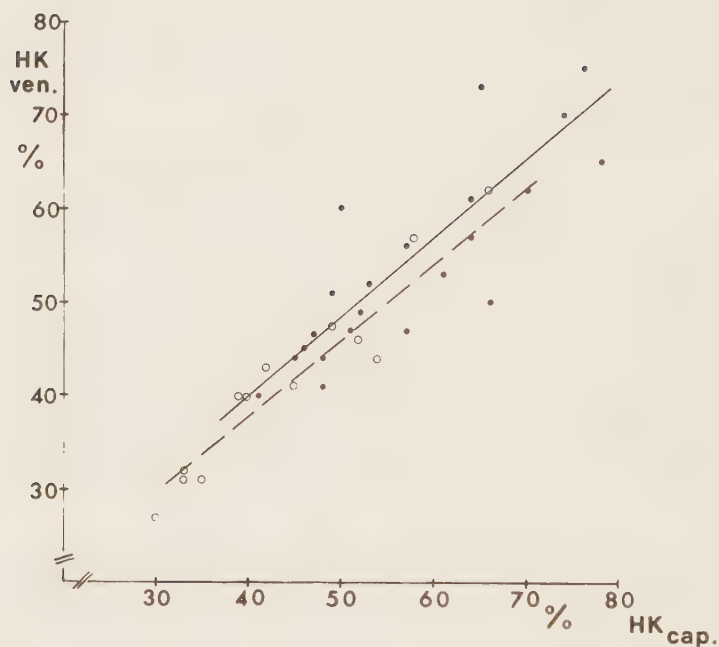


Abb. 4: Die Beziehung zwischen venösem und capillären Hämatokrit bei Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression; aufgeteilt in zwei Gruppen.

1. Ausgezogene Linie und ausgefüllte Punkte:

gut adaptierte Neugeborene der Gr. 1,

2. Gestrichelte Linie und offene Punkte:

adaptationsgestörte Neugeborene der Gr. 2

3) Zur Messung des BLUTDRUCKs benutzten wir

a) die Methode nach Lang (29,30,31,32): Der Apparat mißt über eine Manschette am Unterarm des Kindes die Druckwellen, die nach einem Stau am Oberarm auftreten, und schreibt sie fortlaufend auf. Für den systolischen Blutdruck wurde zu dem Zeitpunkt der Druckmanometerstand abgelesen, als das Gerät erstmals regelmäßig spitze Wellen schrieb. Zur Ermittlung des diastolischen Blutdrucks wurde der Manometerstand solange vermindert, bis die registrierten Druckwellen kleiner wurden. Als diastolischer Blutdruck galt das Mittel zwischen dem Druck bei noch gleich hohen Wellen und dem Druck bei verminderten Wellen.

b) die direkte Messung mit Hilfe eines Aorten-Katheters: Während der ersten 12 Stunden nach der Geburt wurde bei Adaptionsgestörten ein Katheter über eine der beiden Umbilikalarterien in die Aorta vorgeschoben. Die Katheterisierung der Gefäße besorgte Dr. J.G. Schöber. Der Katheter wurde ständig mit 5%iger Glucose-lösung perfundiert. Über einen Drei-Wege-Hahn stand er mit einer Druckmeßsonde (Hansen) in Verbindung. Die Aortendruckkurven wurden mit Hilfe eines Schwarzerschreibers registriert. Die Eichung des Hansen-Manometers geschah mit einem Hg-Manometer. Hinsichtlich des systolischen Druckes fand sich eine gute Übereinstimmung der direkten und indirekten Methode (32).

4) Die PULSFREQUENZ wurde aus den Druckwellen-Kurven abgelesen oder mit dem Stethoskop ausgezählt.

5) Zur Bestimmung der BLUTGASE und des BLUT - pH wurden aus dem Arterienkatheter Blutproben entnommen oder es wurde die Arteria radialis punktiert. Unmittelbar nach der Entnahme wurden der pH, der pO_2 und der pCO_2 in IL-Microgas analyzer 113 (Instrumentation Lab., Boston) bei $37^{\circ}C$ gemessen. Vor jeder Blutmessung wurde mit Gasen bekannter Zusammensetzung (Wösthoff Gasmischpumpen) bzw. mit Standartpuffern geeicht. Die gemessenen Daten wurden mit dem Gas/Blut-Eichfaktor korrigiert und auf die rectale Körpertemperatur mit Hilfe der Temperaturfaktoren von Severinghaus

bzw. Rosenthal umgerechnet (49,55).

6) Berechnete Größen:

Der SCHOCKINDEX wurde nach Allgöwer und Burri definiert als Quotient Herzfrequenz durch systolischen Blutdruck.

Blutvolumen bezogen auf KÖRPEROBERFLÄCHE bzw. GEWICHT:

Da die Messungen an Kindern verschiedener Größe und verschiedenen Gewichts vorgenommen wurden, mußten wir die erhaltenen Werte für Blut-, Plasma- und Zellvolumen auf Körperoberfläche oder Gewicht beziehen, um sie miteinander vergleichen zu können. Bei der Gegenüberstellung von Blutvolumen gegen Gewicht ergab sich eine ebenso gute Korrelation, wie für Blutvolumen gegen Körperoberfläche. Da aber in anderen Arbeiten die Volumina vornehmlich auf Körpergewicht bezogen sind, schlossen wir uns dem an und wählten die Einheit ml/kg für die Volumina. Die Körperoberfläche wurde nach Geigy-Tabellen mit Hilfe von Länge und Gewicht (22) errechnet.

Plasmavolumen: $PV = BV (100 - HK/100)$

Zellvolumen: $RCV = BV \cdot HK$

Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem programmierten "Diehl"-Tischrechner ermittelt.

7) KRITIK der METHODEN:

a) Blutvolumen

Da mit unserer Methode lediglich der Albuminraum bestimmt wird, muß der Zustand des zu untersuchenden Kindes das Meßergebnis beeinflussen:

Die Größe des Albuminraumes hängt ab von der Gefäßpermeabilität und vom zeitlichen Abstand der Injektion des J^{125} zum Zeitpunkt der Abnahme. Da nun bei Neugeborenen mit kardio - respiratorischen Störungen eine erhöhte Permeabilität der Gefäße zu vermuten ist, müßte man eine besonders hohe Abwanderungsrate des Jod-Albumins in das Interstitium erhalten. Deshalb müßte zu jeder Blutvolumenbestimmung auch eine Bestimmung von Mischzeit und Abwanderungsrate erfolgen. Dies ist aber zu aufwendig und würde

zu viel Blut von den Neugeborenen erfordern.

Weitere Fehlerquellen stellen die Mischgeschwindigkeit und die Abwanderungsgeschwindigkeit dar. Um Fehler durch ungenügende Durchmischung des Jod mit dem im Organismus befindlichen Blut zu vermeiden, sollte man möglichst lange Zeitabstände zwischen Injektion und Abnahme wählen. Wartet man aber zu lange, so erhält man ebenfalls ein verfälschtes Ergebnis, da das markierte Albumin aus der Blutbahn abwandert und somit bei der Messung nicht mehr erfasst wird. Steele fand z.B. eine Abwanderungsrate von 27,3% in den ersten 1,8 Stunden nach der Injektion für Neugeborene (60).

Bei adaptionsgestörten Neugeborenen zeigt sich, (51) daß im ungünstigsten Fall der Albuminraum um 10% größer ist als das Blutvolumen (10 min. nach der J^{125} -Injektion, dem Zeitpunkt der Blutentnahme für die Volumenbestimmung). Daraus folgt, daß bei Neugeborenen mit schweren kardio-respiratorischen Anpassungsstörungen das Blutvolumen bis zu 10% zu hoch bestimmt wurde.

b) Hämatokrit-Wert

Da beim Zentrifugieren einer Kapillare wegen der Abhängigkeit vom Radius (Gesetz der Schwerkraft, Stoke'sches Gesetz) nicht an jedem Punkt der Blutsäule die gleiche Kraft angreift, resultiert eine verschiedenen dichte Packung der Erythrozyten. Ebenso hat die Kuppenform, wie sie beim Zuschmelzen der Kapillare entsteht, einen Einfluß auf die Packungsdichte (25). Hedin schreibt, daß es wahrscheinlich auch durch große Zentrifugalkräfte nicht gelingt, das aufgrund der Erythrozytenform und der Membraneigenschaften zwischen den Zellen verbleibende Plasma -"eingefangenes Plasma"- zu entfernen (43). 2 Vol.% lassen sich nicht unterschreiten (8). Bei hohem HK ist es größer, da auf den oberen Teil der Zellsäule eine geringere Zentrifugalkraft wirkt, die Packdichte somit geringer ist und sich mehr interzelluläre Flüssigkeit halten kann (10). Dieses eingefangene Plasma läßt sich mit ^{51}Cr -EDTA bestimmen (7), doch wäre dies innerhalb dieser Arbeit zu aufwendig gewesen. Nach Messungen von Bruck wäre man berechtigt, bei HK-Wer-

ten zwischen 40 und 50% 1 Vol.%, zwischen 30 und 40% 0,7 Vol.% und zwischen 20 und 30% 0,5 Vol.% vom gemessenen Wert abzuziehen. Unsere Hämatokrit-Werte wurden im Hinblick auf das "eingefangene Plasma" nicht korrigiert.

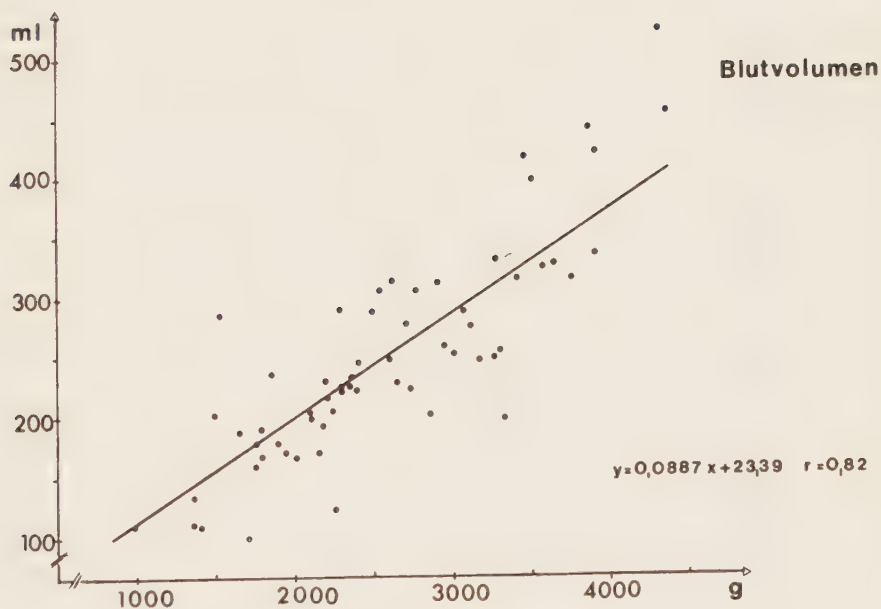


Abb.5: Die Beziehung zwischen dem absoluten Blutvolumen in ml und dem Gewicht in g der Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression.

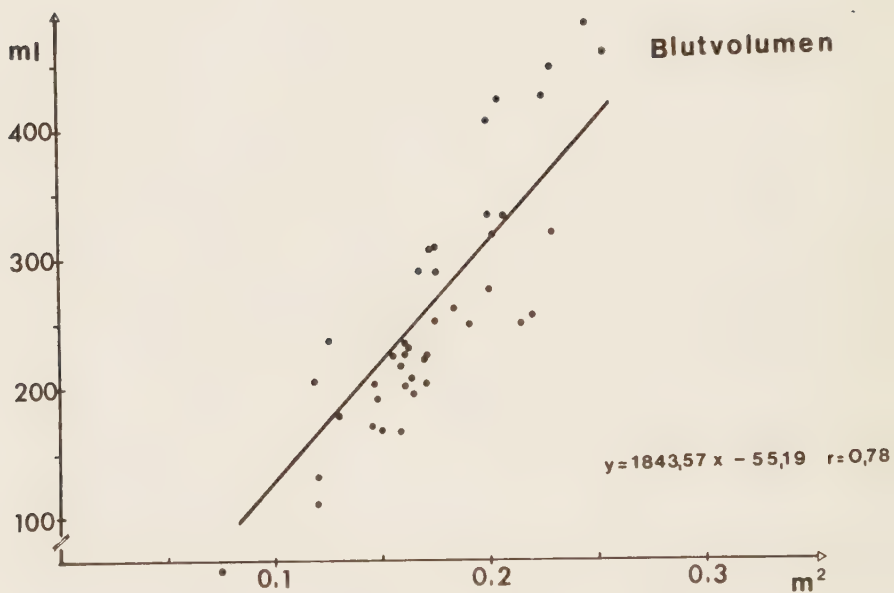


Abb.6: Die Beziehung zwischen dem absoluten Blutvolumen in ml und der Körperoberfläche in m² der Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression.

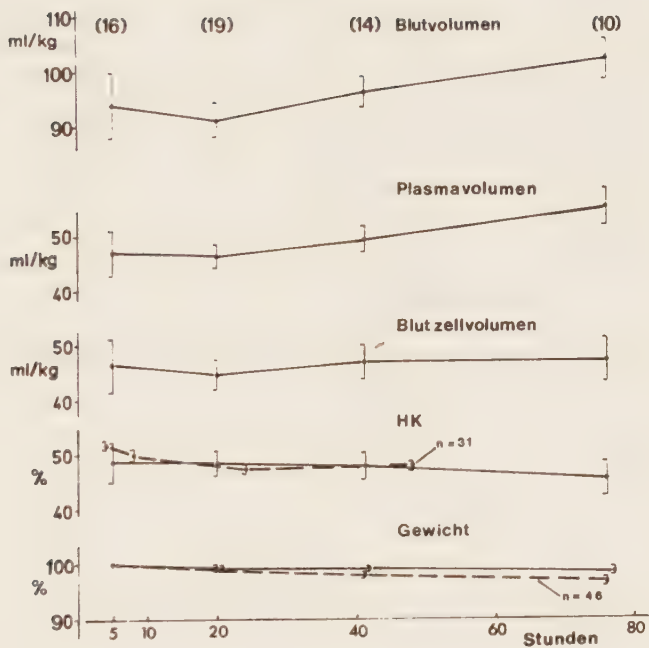


Abb.7: Die Beziehung zwischen Blutvolumen,Plasmavolumen,Blut-
zellvolumen in ml/kg,Hämatokrit und Gewicht in % und dem
Alter der Neugeborenen in Stunden.

Über den Mittelwerten steh in Klammern die Fallzahlen n.
Die gestrichelten Linien stellen größere Kollektive dar, deren
Fallzahl n an die Linie geschrieben wurde.

Die eingetragenen Abweichungen stellen den Standarderror
der Mittelwerte dar.

IV. ERGEBNISSE

Die Werte aller Kinder zusammen betrachtet

1. Blutvolumen in Abhängigkeit von Gewicht und Körperoberfläche:

Um einen möglichst objektiven Bezugspunkt zu finden, wurde das Blutvolumen in Beziehung zum Körpergewicht und zur Körperoberfläche des Kindes gesetzt und die Regression errechnet (Abb. 5 u. 6).

Es ergibt sich ein Ansteigen des absoluten Blutvolumens mit zunehmendem Gewicht als auch mit zunehmender Oberfläche. Die Regressionen beider Beziehungen sind gleich gut ($r = 0,82$ bzw. $r = 0,78$). Wir werden im Folgenden die Größe Blutvolumen/Gewicht (ml/kg) benutzen und zu den anderen Kreislaufparametern in Beziehung setzen, da diese Größe in der Literatur hauptsächlich benutzt wird.

2. Blutvolumen/kg in Abhängigkeit von Gewicht und Oberfläche.

Wir versuchten die Größe BV/kg gegen das Gewicht und gegen die Oberfläche aufzutragen, was aber keine Korrelation ergibt.

Desgleichen zeigt sich für BV/m^2 gegen Gewicht und Oberfläche keine brauchbare Beziehung.

3. a) Blutvolumen in Abhängigkeit vom Alter: (Abb. 7)

Wir beobachteten das Blutvolumen über die ersten 5 bis 78 Lebensstunden der Neugeborenen. Es beträgt im Mittel zwischen 91 und 102 ml/kg. Bis zur 20. Lebensstunde scheint es leicht zu sinken, was jedoch nicht signifikant nachweisbar ist. Von der 20. bis zur 78. Lebensstunde nimmt es um ca. 10 % zu.

b) Plasmavolumen in Abhängigkeit vom Alter: (Abb. 7)

Das Plasmavolumen ändert sich während der ersten 20 Lebensstunden nicht signifikant. Danach steigt es im Mittel von 46 auf 55 ml/kg, was eine Zunahme von 16 % bedeutet.

c) Blutzellvolumen in Abhängigkeit vom Alter: (Abb. 7)

Die Blutzellmasse zeigt über den gesamten Zeitraum keine wesentlichen Änderungen. Sie beträgt ungefähr 46 ml/kg im Mittel.

d) Hämatokrit in Abhängigkeit vom Alter: (Abb. 7)

In das Diagramm der Hämatokrit-Werte gehen zwei Kurven ein. Die durchgezogene Linie stellt die Werte unserer Neugeborenen dar, die

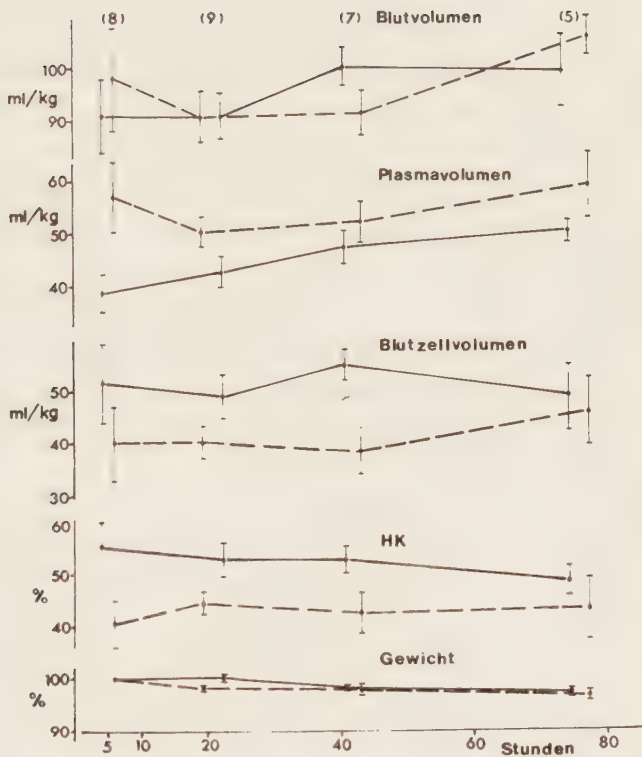


Abb. 8: Die Beziehung zwischen Blutvolumen, Plasmavolumen, Blutzellvolumen in ml/kg, Hämatokrit und Gewicht in % und dem Alter der Neugeborenen in Stunden.

Die ausgezogenen Linien entsprechen der gut adaptierten Gr. 1, die gestrichelten Linien der adaptationsgestörten Gr. 2.

Über den Mittelwerten stehen in Klammern die Fallzahlen n. Die eingetragenen Abweichungen stellen den Standarderror der Mittelwerte dar.

für alle Diagramme der Abb.7 benutzt wurden. Die gestrichelte Linie gibt Daten von einem größeren willkürlich als Kontrolle gewählten Kollektiv wieder. Wie man sieht, bestehen im Wesentlichen keine Unterschiede, unser Kollektiv repräsentiert Kinder auf der Station. Der Hämatokrit scheint von 49% in der 5. Lebensstunde auf 46% in der 78. Lebensstunde abzusinken, was aber nicht signifikant ist.

e) Gewicht in Abhängigkeit vom Alter: (Abb.7)

Auch im Diagramm "Gewicht" sind zwei Kurven eingezeichnet. Hierbei ist wiederum die durchgezogene Linie unser Vergleichskollektiv, wobei das Gewicht jedes Kindes zum Zeitpunkt der Blutvolumenmessung in die Rechnung einbezogen wurde. Die gestrichelte Linie zeigt diesmal die Mittelwerte des Gewichtsverlaufs jedes Neugeborenen über die betrachtete Zeit. Als 100% wurde das Gewicht der 5. Lebensstunde angenommen. Es sinkt bis zur 78. Lebensstunde um 1,5% für unser Kollektiv und um fast 3% im größeren Kollektiv.

Betrachtung bei unterschiedlichen Adaptionsgraden

4. Abb.8 (sie entspricht Abb.7) zeigt die Ergebnisse, wenn man die beiden Gruppen 1 und 2 miteinander vergleicht. Man erkennt,

a) daß die Kinder der Gruppe 2 ein größeres initiales Blutvolumen haben, ihr Blutvolumen während der ersten 20 Stunden von 98 auf 91 ml/kg absinkt und verzögert – nach ca. 40 Std. – wieder ansteigt. Nach 78 Stunden ist es signifikant größer (106 ml/kg). Gruppe 1 steigert ihr Blutvolumen nach einem Tag auf ungefähr 100 ml/kg und hält es dort über den betrachteten Zeitraum konstant.

b) ein höheres Plasmavolumen für Neugeborene der Gruppe 2 zwischen 51 und 58 ml/kg. Bis zur 20. Lebensstunde läßt sich bei ihnen eine Abnahme erkennen, während bei Gruppe 1 das Plasmavolumen von der 5. Lebensstunde an von 38 auf 51 ml/kg steigt. Nach drei Tagen hat Gruppe 2 ihren Ausgangswert wieder erreicht.

c) das Blutzellvolumen der Adaptionsgestörten liegt deutlich niedriger, als das der normalen Säuglinge, nämlich bei ca. 40 gegenüber 52 ml/kg. Es scheint nach 40 Stunden auf 46 ml/kg in der 78. Lebensstunde anzusteigen. Die Differenz ist jedoch nicht signifikant.

d) Gruppe 1 hat während der ersten 78 Stunden einen deutlich größeren Hämatokrit, der von 55% in der 5. Lebensstunde langsam auf 48% in der

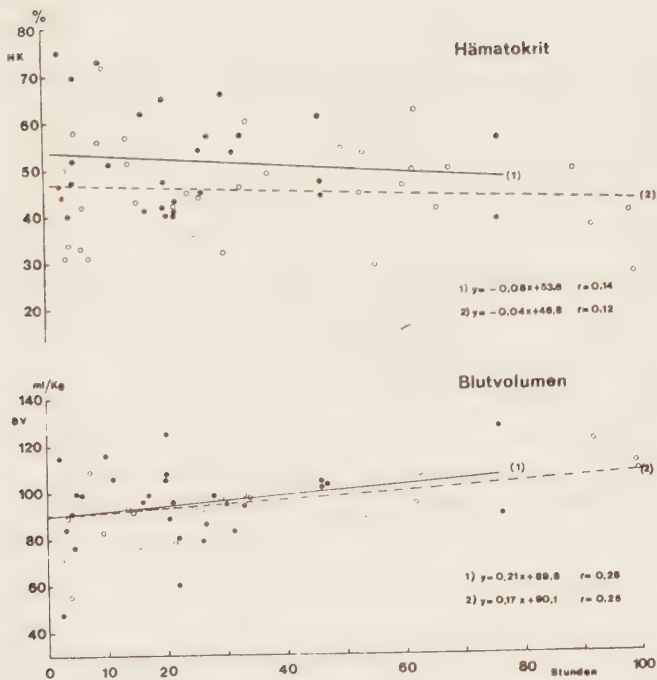


Abb.9: Die Beziehung zwischen venösem Hämatokrit (9a), Blutvolumen (9b) und Alter der Neugeborenen in zwei Gruppen als Regression.

Ausgezogene Linie und ausgefüllte Punkte:

gut adaptierte Neugeborene der Gr.1,

gestrichelte Linie und offene Punkte:

adaptationsgestörte Neugeborene der Gr.2.

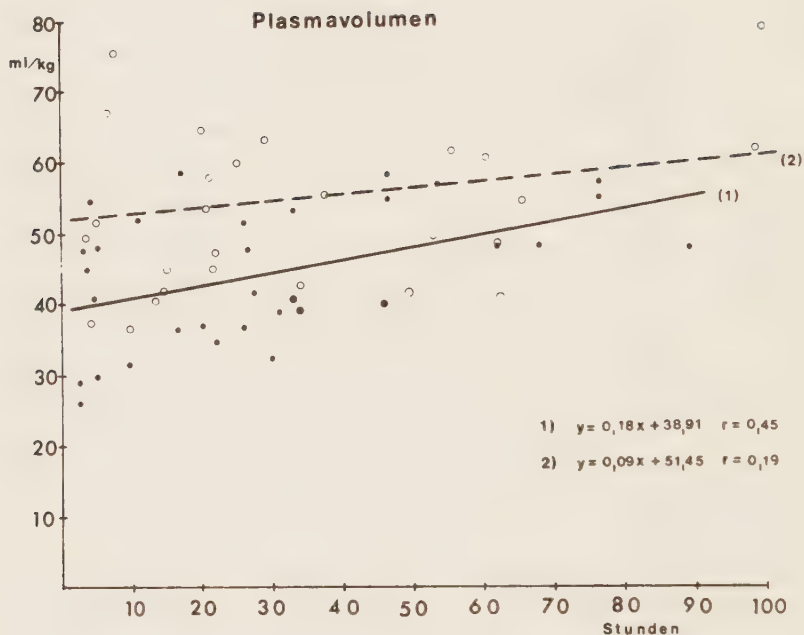


Abb. 1o: Die Beziehung zwischen Plasmavolumen und Alter der Neugeborenen in zwei Gruppen als Regression.

Ausgezogene Linie und ausgefüllte Punkte:

gut adaptierte Neugeborene der Gr. 1,

gestrichelte Linie und offene Punkte:

adaptationsgestörte Neugeborene der Gr. 2.

78. Lebensstunde fällt. Die Differenz ist nicht signifikant. Der Hämatokrit der Gruppe 2 hält sich bei 43%.

e) Kinder der Gruppe 2 nehmen während der ersten 20 Lebensstunden stärker an Gewicht ab als die der Gruppe 1, doch spielen sich die Gewichtswerte nach ca. 40 Stunden um 98% des Geburtsgewichts ein und nehmen weiterhin gleichsinnig gering ab.

5. Die Beziehung des Blutvolumens bzw. Hämatokrits zum Alter: (Abb. 9)

Abb. 9 zeigt die Regression von Hämatokrit (Abb. 9a) und Blutvolumen (Abb. 9b) in Abhängigkeit vom Alter der Kinder, aufgeteilt in zwei Gruppen. Die ausgezogenen Linien gelten für Gruppe 1, die unterbrochenen für Gruppe 2.

a) Die venösen Hämatokrit-Werte der beiden Gruppen unterscheiden sich deutlich: sie liegen in Gruppe 2 stets niedriger. Die Differenz beträgt im Mittel 10% und scheint mit fortschreitendem Alter abzunehmen. Die Hämatokritwerte der Gruppe 1 vermindern sich während der ersten 80 Stunden von 54% auf 48%, die der Gr. 2 von 48% auf 44%.

Nimmt man an, daß ein HK von 40% für Neugeborene einen Grenzwert darstellt (41, 42), so liegen während der ersten 24 Stunden 21% der adaptionsgestörten Neugeborenen unterhalb dieses kritischen Wertes. Die Neugeborenen der Gr. 1 liegen alle oberhalb dieser Grenze.

b) Das Mittel der Blutvolumina liegt in den ersten drei Lebensstunden für beide Gruppen bei 90 ml/kg. Die Steigung der Regressionsgeraden der Gruppe 1 ist nicht signifikant größer als die der Gruppe 2. Nach 70 Stunden beträgt die Differenz erst ca. 2%. So kann man annehmen, daß sich die Blutvolumina der beiden Gruppen über die ersten 80 Stunden im Mittel nicht unterscheiden.

6. Regression Plasmavolumen gegen Alter: (Abb. 10)

Aus dem Ergebnis in Punkt 5 – bei gleichen Blutvolumen hat Gr. 2 einen niedrigeren Hämatokrit – folgt die theoretische Überlegung, daß sich Plasmavolumen und Blutzellmasse entsprechend reziprok verhalten müßten.

Abb. 10 zeigt nun das erwartete Resultat im Vergleich mit Abb. 11. Das Plasmavolumen der adaptionsgestörten Neugeborenen der Gr. 2

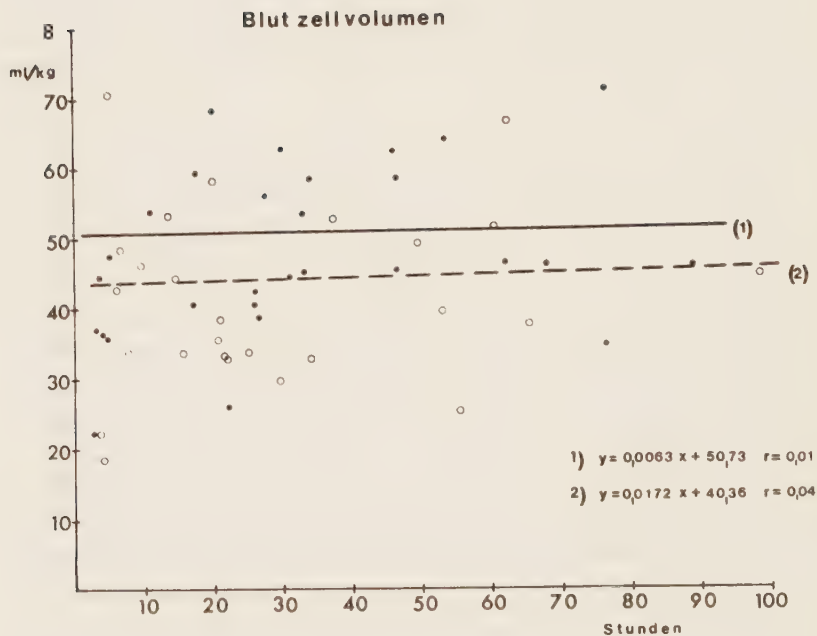


Abb. 11: Die Beziehung zwischen Blutzellvolumen und Alter der
Neugeborenen in zwei Gruppen als Regression.

Ausgezogene Linie und ausgefüllte Punkte:

gut adaptierte Neugeborene der Gr. 1,

gestrichelte Linie und offene Punkte:

adaptationsgestörte Neugeborene der Gr. 2.

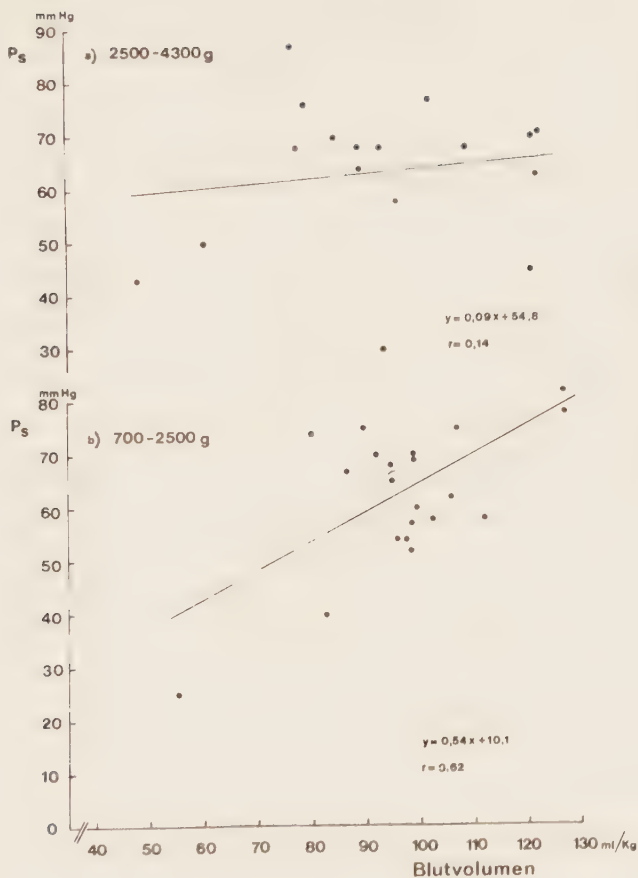


Abb. 12: Die Beziehung zwischen dem systolischen Blutdruck und dem Blutvolumen bei Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression.

a) Gr.A: Kinder mit einem Gewicht von mehr als 2500 g,

b) Gr.B: Kinder mit einem Gewicht von weniger als 2500 g.

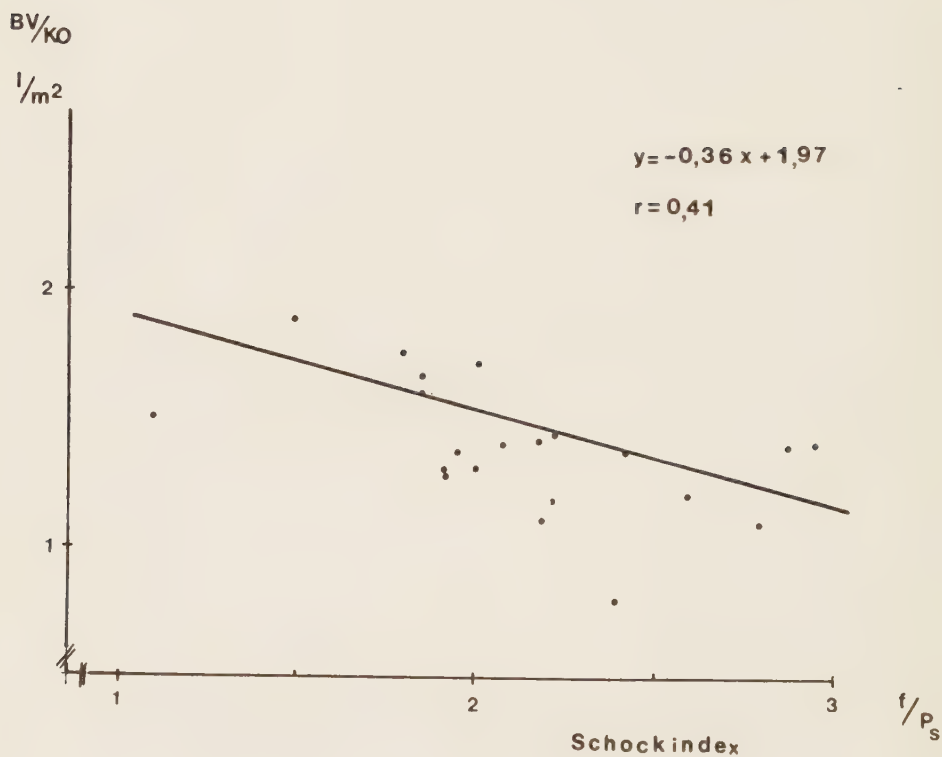


Abb.13: Die Beziehung zwischen Blutvolumen in l/m^2 und Schockindex bei Neugeborenen während der ersten vier Lebenstage als Regression.

liegt höher als das der Gr. 1. Es steigt innerhalb der ersten 90 Stunden in Gruppe 1 von 39 auf 55 ml/kg und in Gruppe 2 von 52 auf 60 ml/kg. Die Differenz beträgt also in den ersten Stunden nach der Geburt 25 % und nach 4 Lebenstagen nur noch 7 %.

7. Regression Blutzellmasse gegen Alter: (Abb. 11)

Die Abb. 7 zeigte bereits, daß sich das Blutzellvolumen im Laufe der Zeit nicht ändert. Auch eine Aufteilung des gesamten Kollektivs in die bekannten Gruppen 1 und 2 beweist eine Unabhängigkeit der Größe der Zellmasse vom Alter der Kinder. Man erkennt aber auch wie schon in Abb. 7 und 8, daß das Blutzellvolumen der Kinder der Gr. 2 deutlich niedriger liegt, als das der Gr. 1, und zwar bei 44 ml/kg statt 51 ml/kg. Wir haben hier also eine Differenz von fast 14 %.

8. Beziehung zwischen Blutdruck und Blutvolumen: (Abb. 12)

Abb. 12 stellt die Abhängigkeit des systolischen Blutdruckes vom Blutvolumen dar. Hier wurde die Gruppierung nach dem Körpergewicht der Neugeborenen in Gruppe A und B vorgenommen, um den Einfluß des Gewichts auf den Blutdruck etwas abzuschwächen. Bei großen Kindern (Abb. 12a) ergibt sich nur eine schwache Korrelation mit steigender Tendenz. In der Gewichtsklasse B hingegen (Abb. 12b) zeigt sich eine deutliche Beeinflussung des systolischen Blutdrucks (P_s) durch das Blutvolumen: mit sinkendem Blutvolumen nimmt auch der systol. Blutdruck ab, und zwar um ca. 5 mmHg pro 10 ml/kg, das entspricht 7 %.

9. Beziehung zwischen Schockindex und Blutvolumen: (Abb. 13)

Für die Beziehung Blutvolumen/Gewicht gegen Schockindex ergibt sich in keiner Gruppe eine gute Korrelation. Wir benutzten deshalb die Einheit ml/m^2 , also Volumen bezogen auf die Körperoberfläche, was eine schwache Korrelation zeigt ($r = 0,41$ und $p < 0,1$).

Bei vermindertem Blutvolumen steigt der Schockindex um ca. 0,3 Einheiten pro 100 ml/m^2 .

10. Herzfrequenz in Abhängigkeit vom Blutvolumen:

Setzt man das Blutvolumen in Beziehung zur Pulsfrequenz, so ergibt sich für das Gesamtkollektiv keine Korrelation. Man sieht aber, daß die Neugeborenen mit Score-Ziffern über 5000 im Mittel eine niedrigere

Frequenz haben (134/min.) und ihre Frequenz auf eine Verminderung des Blutvolumens hin steigt. Die Kinder mit kardio-respiratorischen Störungen dagegen haben im Mittel eine höhere Pulsfrequenz (147/min.) und ändern diese nicht wesentlich auf eine Volumenminderung hin.

11. a) Blutvolumen in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index: (Abb. 14)

Für vaginal entbundene Kinder mit klinisch unauffälligem Verlauf (Asphyxie-Index > 9) ergibt sich ein Blutvolumen - Normalwert von 96,5 ml/kg. Mäßig asphyktische Neugeborene (Asphyxie-Index 7-8) liegen mit 103,9 ml/kg etwas höher, während der Mittelwert für stark Asphyktische (Asphyxie-Index ≤ 6) 90,1 ml/kg beträgt. Die Differenzen sind statistisch aber nicht gesichert.

Ein entsprechender Verlauf findet sich für sectio-entbundene Neugeborene mit Mittelwerten von 89,6 , 98,9 und 85,6 ml/kg. Alle drei Mittelwerte liegen niedriger als die der Vaginalgeburten. Die Differenz beträgt im Durchschnitt 5 %, ist jedoch nicht signifikant.

Atemnotsyndrom - Kinder zeigen ungefähr gleiche Mittelwerte wie vaginal Geborene: es ergibt sich hier der gleiche Verlauf: die mäßig asphyktisch Geborenen haben ein gegenüber der Norm (97,8) erhöhtes (100,6 ml/kg), die stark asphyktisch Geborenen ein vermindertes (96,1 ml/kg) Blutvolumen.

Die Werte der verstorbenen Kinder haben eine sehr große Streuung (von 55,3 bis 137,0 ml/kg) um ein Mittel von 101,1 ml/kg.

b) Blutzellvolumen in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index: (Abb. 14)

Je kleiner der Apgar - Wert, desto niedriger ist auch der Blutzellvolumen-Mittelwert für vaginal und sectio-entbundene und für Atemnotsyndrom - Kinder. Vaginal entbundene Neugeborene haben bei einem Asphyxie-Index von 9 und 10 einen Mittelwert von 52,9 ml/kg, bei 7 und 8 -also mäßiger Asphyxierung- von 45,4 ml/kg und unter 7 -d.h. starker Asphyxierung- 35,9 ml/kg.

Die Sectio - Neugeborenen liegen mit 46,5 , 46,3 und 38,9 ml/kg in der Gruppe gesunder Kinder etwas niedriger, in beiden anderen Gruppen im gleichen Bereich wie vaginal Entbundene.

Auch die Neugeborenen mit Atemnotsyndrom zeigen mit kleiner werden-

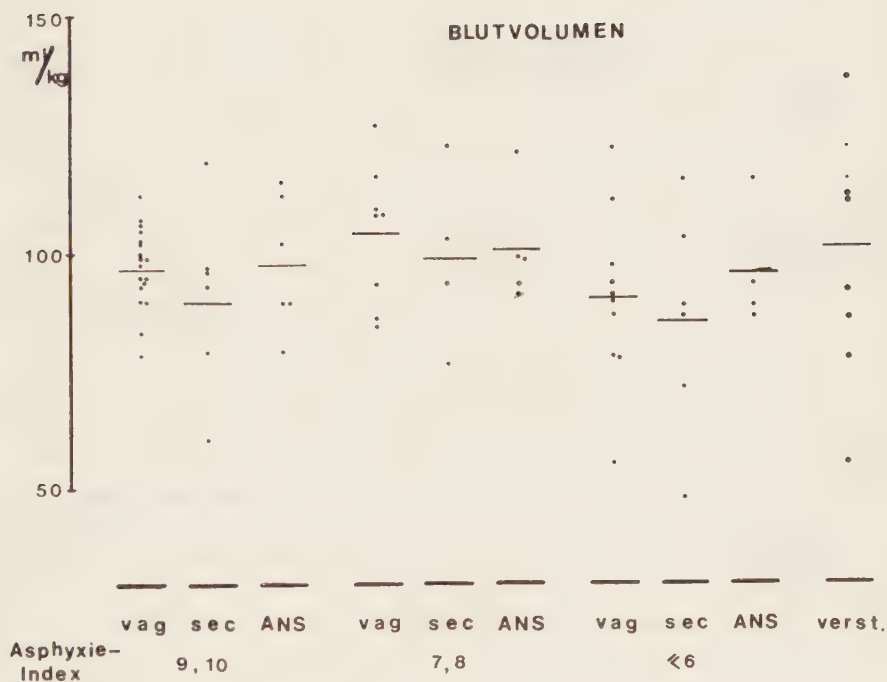


Abb. 14a: Blutvolumen in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index bei vaginal(vag)-, sectio(sec)-entbundenen, Atemnotsyndrom-Kindern und verstorbenen(verst.) Neugeborenen.

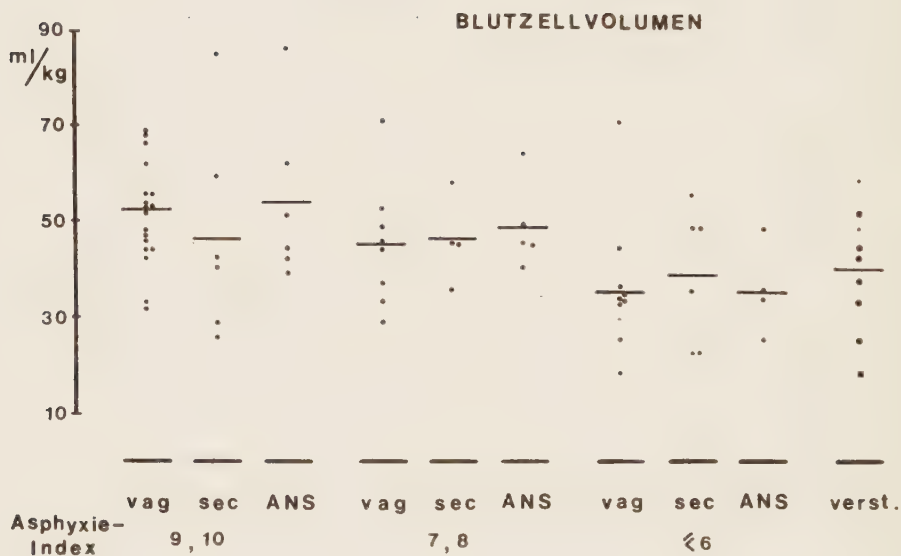


Abb. 14b: Blutzellvolumen in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index bei vaginal(vag)-, sectio(sec)-entbundenen, Atemnotsyndrom-Kindern und verstorbenen(verst.) Neugeborenen.

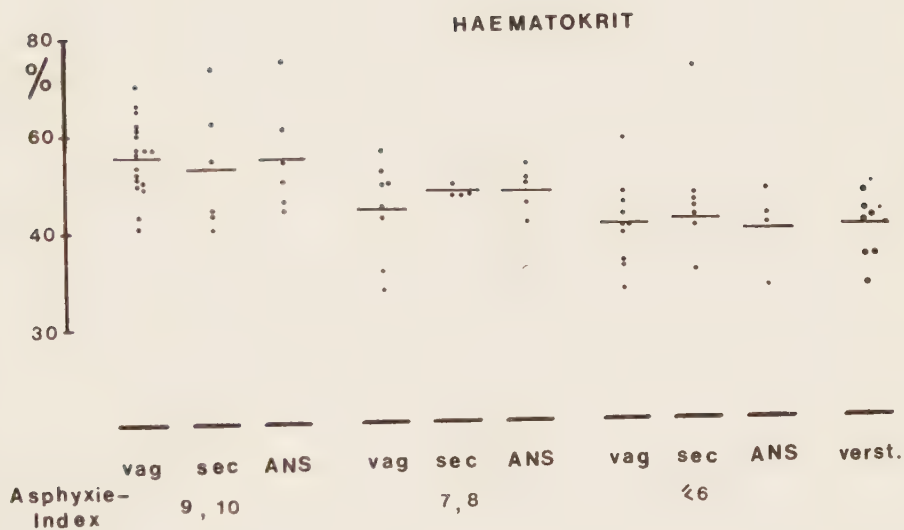


Abb. 14c: Hämatokrit-Wert in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index bei vaginal(vag)-, sectio(sec)-entbundenen, Atemnotsyndrom-Kindern und verstorbenen(verst.) Neugeborenen.

dem Apgar - Score eine stark sinkende Tendenz der Blutzellvolumen-Werte. Die Mittel betragen 54,5 , 48,9 und 35,8 ml/kg.

Die Blutzellvolumen-Werte der verstorbenen Kinder streuen nicht so stark wie die Blutvolumen-Werte; ihr Mittel beträgt 39,9 ml/kg und ist somit deutlich niedriger als der Normal-Wert gesunder Kinder.

Die Gruppe der Asphyxie - Kinder liegt in allen drei Fällen signifikant niedriger als die Gruppen mit einem Asphyxie - Index von 7 und mehr.

c) Hämatokrit in Abhängigkeit vom Asphyxie- Index: (Abb. 14)

Die Hämatokrit-Werte liegen bei vaginal und sectio-entbundenen Neugeborenen in der normalen Gruppe mit Apgar 9 und 10 höher als bei mäßig und stark asphyktischen Kindern. Vaginal (55,5; 43,7 ; 40,3 %) und Sectio- Entbundene (52,6; 47,6; 41,4%) haben fast gleich große Hämatokrit-Mittelwerte.

Neugeborene mit Atemnotsyndrom liegen mit 55,0 , 47,6 und 39,0 % jeweils im selben Bereich wie gesunde vaginal Entbundene.

Die Werte für verstorbene Neugeborene streuen nur wenig um das Mittel von 39,1 %, was den stark asphyktisch Geborenen entspricht.

12. Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit bei Kindern diabetischer Mütter: (Abb. 15)

Die Mittelwerte aller drei Größen liegen mit 110,6 ml/kg für Blut - volumen, 67,1 ml/kg für Blutzellvolumen und 60,5 % Hämatokrit stets signifikant über den Normalwerten.

13. Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit bei Zwillingen. (Abb.15)

Die Mittelwerte des Blutvolumen und Blutzellvolumen sind mit 89,8 ml/kg bzw. 35,97 ml/kg für die erstgeborenen Zwillinge niedriger als die Mittelwerte der zweitgeborenen Zwillinge von 99,6 ml/kg bzw. 40,6 ml/kg.

Auch der Hämatokrit-Mittelwert ist für die ersten Zwillinge mit 40,0 % kleiner als der der zweiten Zwillinge mit 44,0 %.

Es starben 2 von 3 erstgeborenen und einer von 6 zweitgeborenen Zwillingen. In zwei Fällen mußten nur die Zweitgeborenen als Risikogeburten aufgenommen werden.

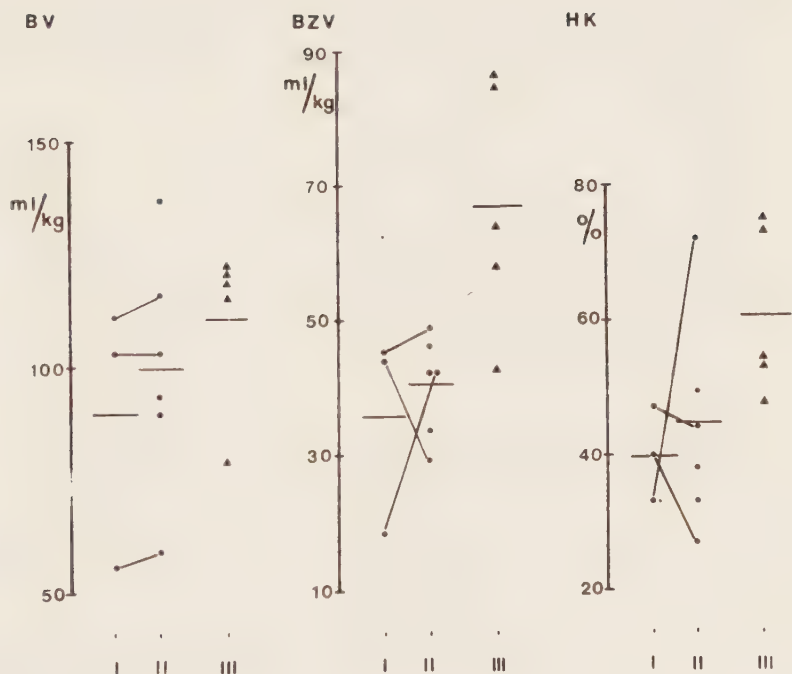


Abb.15: Blutvolumen (BV), Blutzellvolumen (BZV) und Hämatokrit-Wert (HK) bei Zwillingen und Kindern diabetischer Mütter. I= 1.Zwilling, II= 2.Zwilling, III= Kinder diab. Mütter. Die Verbindungslinien zwischen I und II entsprechen den Zwillingspaaren.

V. DISKUSSION

In dieser Arbeit untersuchten wir das Blutvolumen von Risikoneugeborenen während der ersten vier Lebenstage. Unsere Ergebnisse sind einerseits hinsichtlich der verwendeten Methode, andererseits hinsichtlich der Faktoren, die das Blutvolumen beeinflussen könnten, im Vergleich mit den Verfahren und Ergebnissen anderer Autoren zu diskutieren.

a) Diskussion bezüglich der Methode

Wir benutzten Jod¹²⁵-Albumin. Die meisten früheren Arbeiten wurden mit T-1824 (9, 15, 36, 53, 56, 57, 58) oder J¹³¹-Albumin (26, 34, 39, 42, 60, 63, 64) durchgeführt. Wir wählten wie z.B. zuletzt die Arbeitsgruppe Lind (71, 72, 74) J¹²⁵-Albumin, da die Strahlenbelastung für die Kinder 4 - 5 mal geringer ist als bei J¹³¹. J¹²⁵-Albumin als Indikator des Blutplasmavolumens ist in Verbindung mit dem "Volemetron" eine einfache und sichere Methode, wenn man einige Fehlerquellen - z.B. Einfluß der Temperatur, des Hämatokrits, des Füllvolumens der Meßröhrchen - durch genaue Beachtung ausschließt (62).

Man nimmt bei diesem Verfahren der Plasmamarkierung mit J¹²⁵- bzw. J¹³¹-Albumin - ein Unterschied hinsichtlich der Meßergebnisse ist hieraus nicht zu erwarten - in Kauf, daß während der notwendigen Durchmischungszeit Albumin den Gefäßraum verläßt. In orientierenden Versuchen stellten wir fest, daß wir das Blutvolumen um maximal 10 % zu hoch bestimmten.

Im Vergleich zu vorausgehenden Studien anderer Autoren liegen unsere Blutvolumenangaben durchschnittlich um ca. 5 % höher, da wir die Abnahmezeit (10 min.) etwas später als gewöhnlich üblich ansetzten: Im allgemeinen (26, 39, 42, 60, 71, 74) wurde sonst nur eine Mischzeit von 5 min. abgewartet. Dieser um 5 % höhere Wert stimmt gut mit den Befunden von Bratteby überein, der innerhalb 10 min. einen Albuminschwund von rund 6 % ermittelte (6).

Eine andere Möglichkeit ist die Markierung der Blutzellen mit Cr^{50} bzw. Cr^{51} (13,18). Die Plasmamarkierung hat vorallem dann, wenn die Gefäßpermeabilität vergrößert ist, Nachteile gegenüber der Zellmarkierung, die als exakteste Methode anzusehen ist, vor allem, wenn man sich mit dem Blutvolumen als kritischer Größe befaßt, obwohl auch sie mit einigen Unsicherheitsfaktoren behaftet ist (33). Das Verfahren mit Cr^{50} bzw. Cr^{51} ist jedoch wesentlich aufwendiger und deshalb bei Neugeborenen bisher nur selten benützt worden. Es gibt aber genügend Daten (6,18,38), um unsere Werte mit denjenigen mittels Zellmarkierung gewonnenen zu vergleichen. Wenn wir die Ergebnisse der vaginalentbundenen Neugeborenen mit Asphyxie-Index 9 und 10 als unsere Normalwerte ansehen, so ergibt sich, daß das Blutzellvolumen verglichen mit der Normalgruppe von Faxelius (18) um ca. 7 % zu hoch bestimmt wird; ein ähnliches Resultat ergibt sich aus dem Vergleich der Kinder mit Atemnotsyndrom.

b) Einfluß der Abnabelungszeit auf das Blutvolumen

Es steht außer Frage, daß das bis zum Zeitpunkt des Abnabelns aus der Plazenta transferierbare Blutvolumen den größten Einfluß auf das Blutvolumen des Neugeborenen hat. Messungen des Blutvolumens direkt nach der Geburt zeigen bei bis zu 5 min. verzögertem Abklemmen der Nabelschnur eine plazento-fetale Bluttransfusion, die nach einer Minute bereits 50 % und nach 3 min. die gesamte zusätzliche Blutmenge erreicht hat (63,73). Sie liegt in der Größenordnung von 20 - 40 % des gesamten Blutvolumens, was ungefähr 30 ml/kg entspricht (23,39,54,56). Doch wurden auch Plazentartransfusionsmengen von 55 % (73) und 61 % (63) beschrieben. Ebenso wenig wie über die Ausmaße der Plazentartransfusion kann somit in der Literatur Einigkeit über die Größe des mittleren Blutvolumens eines reifen gesunden Neugeborenen herrschen. Die Werte streuen von 75 ml/kg (60) bis über 100 ml/kg (17,26). Es bereitet einige Schwierigkeiten, diesen "Normal-Wert" zu definieren, da das Blutvolumen nicht nur von der Abnabelungszeit und damit von der Plazentartransfusion

abhängt, sondern auch bei einem gesunden Kind Faktoren wie unterschiedliche Größe der Plazentartransfusion zum gleichen Zeitpunkt, verschiedene Ausgleichsmöglichkeiten der intra- und extravasalen Flüssigkeitsmengen und das Alter der Kinder bei Bestimmung der Volumina eine Rolle spielen (53). Schulman und Smith weisen darauf hin, daß sich noch zusätzliche Einflüsse bei unreifen Neugeborenen bemerkbar machen, die daraus resultieren, daß das Frühgeborene die Änderungen des III. Schwangerschaftstrimesters nur teilweise oder garnicht vollzieht. So ist das plazento-fetale Blutvolumen zu Beginn dieser Zeitspanne bei Schafen noch zu gleichen Teilen in Fetus und Plazenta vorhanden, während sich zur Zeit der Geburt nur noch ein Viertel des gesamten Blutvolumens in der Plazenta befindet (3, 13). Absolut gesehen ist das Plazentar-Blutvolumen gleich geblieben, während das Fetal-Blutvolumen auf das Dreifache gestiegen ist. Aus diesen Beobachtungen ergeben sich Konsequenzen für die Beurteilung gefundener Werte. Man muß unterscheiden zwischen früh-nach 10 sec.- und spät-nach 5 min. oder mehr- abgenabelten Neugeborenen, da die Plazentartransfusion eine Hauptveränderliche für das Blutvolumen darstellt. In einigen früheren Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß spät abgenabelte Säuglinge stets ein größeres Blutvolumen haben als früh abgenabelte (5, 39, 42, 54, 59, 61, 63, 72). Wir können für unsere Kinder den Zeitpunkt des Abnabelns nicht genau angeben, da sie von mehreren Kliniken eingewiesen werden und die jeweilige Abnabelungspraxis unterschiedlich ist. Im Durchschnitt läßt sich für unsere Kinder eine Abnabelungszeit von rund 30 sec. annehmen. Unser Mittelwert gesunder Neugeborener im Alter von vier Stunden beträgt 96 ml/kg, was mit vielen Literaturangaben, die unter vergleichbaren Bedingungen gewonnen wurden, übereinstimmt (17, 26, 56, 57, 58, 64, 65).

c) Änderungen mit dem Alter

Unterschiedliche Angaben werden auch über den Verlauf der Blutvo-

lumengröße in den ersten Tagen und Wochen der Neonatalperiode gemacht. Steele bemerkte ein Ansteigen des Hämatokrits während der ersten 2,5 Stunden nach der Geburt ohne Zunahme des Blutzellvolumens (60). Wie bereits Gairdner et al. schloß er daraus, daß das Ansteigen des Hämatokrits nur durch ein Abnehmen des Plasmavolumens zustande kommen kann, also eine Bluteindickung stattfindet. Hieraus folgt ebenfalls ein Abnehmen des Blutvolumens während dieser Zeit. In dieser Studie zeigte sich eine gute Korrelation zwischen der Plasmavolumenänderung und dem initialen Blutvolumen bei Geburt : je größer das initiale Blutvolumen, desto mehr Plasma wandert in den extravasalen Raum ab (60). An Hand unserer Ergebnisse können wir eine Plasmaabwanderung bei großen Blutvolumina während der ersten 20 Lebensstunden bei konstantem Blutzellvolumen bestätigen.

Umgekehrt kann es nach unseren Beobachtungen zu einem Flüssigkeits-einstrom bei initialen Blutvolumen unterhalb eines kritischen Wertes kommen, der bei ungefähr 75 ml/kg liegt (60). Dies stimmt mit den Resultaten einiger anderer Autoren überein (12, 34, 38, 39, 42, 63). Im Gegensatz hierzu steht die Arbeit von Sisson (58), der ein ständiges Steigen des Plasmavolumens, des Blutzellvolumens und damit des Blutvolumens während der ersten 5 Lebensstunden fand. Da das Blutzellvolumen um 6 % mehr zunahm als das Plasmavolumen, wurde auch der Hämatokrit größer.

Von der 4. bis zur 24. Lebensstunde folgt ein Anstieg des Blutvolumens, verursacht durch Zunahme des Plasmavolumens (34, 42, 56, 60, 63), aber vielleicht auch des Blutzellvolumens (36, 58).

Insgesamt gesehen können wir bei unseren Kindern während der ersten 20 Stunden nach der Geburt keine signifikante Änderung des Blutvolumens feststellen. Doch von der 20. bis zur 78. Stunde zeigt sich eine Zunahme des Blutvolumens um 10 %. Die Volumenzunahme ist hier also verzögert.

Nach Usher et al. stabilisiert sich der Wert bis zum 3. Lebenstag (63). Daß dies bei uns nicht der Fall ist und das Einpendeln erst

verzögert stattfindet, mag an der volumenexpandierenden Infusionstherapie (Human-Albumin) unserer adaptionsgestörten Kinder liegen.

Der Anstieg des Plasmavolumens nach den ersten 4 bis 5 Lebensstunden beträgt bei Oh et al. 12,5 % (39) und bei Usher et al. 10,3 % (63) bis zum 3. Tag. In unseren Untersuchungen erhielten wir eine Differenz von 13 %, die den Angaben der anderen Autoren entspricht. Ein ständiges Steigen des Plasmavolumens über die ersten drei Monate berichten Csorba und Jezernicky (15). Sie sehen dies als Folge des Blutzellvolumenabfalls, um ein genügend großes Blutvolumen für den Kreislauf und die Stoffwechselintensität zu erhalten. Usher et al. begründen die Volumenzunahme mit der Notwendigkeit einer erhöhten Blutzirkulation bestimmter Gebiete des Körpers, so z.B. des Gastrointestinaltraktes mit Beginn der Nahrungsaufnahme (63). Sisson und Low et al. sprechen von Mobilisieren eines Blutreservoirs, das z.B. in der Leber liegen könnte (36,58).

Im Verlauf der Volumenänderungen mit dem Alter fällt ein Unterschied zwischen den früh und den spät abgenabelten Neugeborenen auf. Der Plasmaverlust an das Gewebe ist umso größer, je größer das Blutvolumen ist (60), d.h. Kinder, die eine Plazentartransfusion erhalten oder ihr Volumen bereits in utero gesteigert haben, verlieren bis zu 50 % des Plasmavolumens (56,63); Säuglinge ohne Plazentartransfusion, mit niedrigem Blutvolumen, zeigen diesen Effekt nicht (39,40,60,63,72). Dies könnte einer der Gründe sein, warum Sisson und Whalen nur ein Ansteigen der Volumina feststellen konnte (58). Auch für unsere Ergebnisse mag dies gelten, denn die untersuchten Kinder waren alle Risikogeburten, die schnelle Hilfe brauchten. Wir können also annehmen, daß unsere Neugeborenen bei einer Abnabelungszeit von ca. 30 sec. keine oder nur eine geringe Plazentartransfusion erhielten. Daraus folgt, daß sie ihr Blutvolumen während der ersten 20 Stunden nicht änderten.

Die Frage, ob die Plazentartransfusion nun von Nutzen oder von Schaden für das Neugeborene sei, ist noch nicht entschieden. Auch

hier stehen die Theorien im Gegensatz zu einander. Lind beschreibt in seiner Arbeit während der ersten 2 Lebensstunden einen höheren Blutdruck, eine Korrelation zwischen Hämatokrit und venösem Blutdruck und einen höheren Arteria pulmonalis - Druck für spät abgenabelte Säuglinge (34). Die Lungen enthalten bei spät abgenabelten Kindern weniger Luft und sind weniger dehnbar als bei früh abgenabelten, der pO_2 ist erniedrigt (34,41,44), was allerdings im Gegensatz zu Gunther steht (23). Steele und Gairdner et al. nehmen an, daß in den Lungen besonders viel Plasma austritt, da hier plötzlich 10 bis 20 % des Blutvolumens die Kapillaren füllt (45,56), deren Umgebung einen niedrigeren onkotischen Druck hat (21,60). In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß die Manifestation eines Atemnotsyndroms normalerweise nicht unter zwei Stunden liegt, dem Zeitpunkt, zu dem der Plasmaaustritt aus den Gefäßen am größten ist (19,56,60,63,72). Die Gefahr einer Hypervolämie beschreiben Sisson et al. (58,59). Es wurde über ein bereits erhöhtes Blutvolumen bei vorgeschädigten Kinder berichtet, die eine Plethora entwickelten, wenn sie ein zusätzliches Volumen aufnahmen (58,59,63). Sisson fand keine nützliche Zunahme von Hb und Eisen bei spät abgenabelten Neugeborenen und schloß daraus und aus der Tatsache, daß seine früh abgenabelten Kinder nicht den Versuch unternahmen, ihr Volumen zu steigern, daß eine Plazentartransfusion nicht physiologisch ist (56). Gunther konnte jedoch bei seinen Untersuchungen nachweisen, daß 100 ml Plazentartransfusion mehr sind, als ein Säugling in den ersten zwei Tagen trinkt und mehr Eisen enthält, als er im ersten Monat zu sich nimmt (23).

Auch Yao et al., Philip et al. und Flod und Ackermann warnen vor einer Überfüllung des Neugeborenenkreislaufes durch eine plazentofetale Bluttransfusion, da sie bei asphyktischen Kindern ein bereits erhöhtes Blutvolumen zur Zeit der Geburt feststellen konnten (19,44,74). In einer anderen Arbeit zeigen Yao et al., daß normale reife Neugeborene mit großem Blutvolumen ihre respiratorischen Anpassungsschwierigkeiten durch wiederholtes expiratorisches Stöhnen

oder erhöhte Atemfrequenz zu überwinden versuchen (72). Durch diesen Kompensationsmechanismus steigern sie den Druck in der Lunge und verhindern so vielleicht das Entstehen eines Lungenödems, welches die Bildung von hyalinen Membranen begünstigt (72). Dieser Mechanismus tritt oft bei Kindern mit Atemnot-Syndrom auf und ist am stärksten in der 1. und 2. Lebensstunde, der Zeit, zu der der Plasmaausstrom am größten ist.

Schließlich zeigen Taylor et al. bei Frühgeburten eine deutlich höhere Mortalität derjenigen mit Plazentartransfusion, also höherem Blutvolumen (61). Seine spät abgenabelten Frühgeborenen litten zwar seltener unter einem Atemnot-Syndrom als die früh abgenabelten, aber die Frequenz der tödlichen Lungenblutungen lag höher. Allerdings wären hierfür noch weitere Untersuchungen abzuwarten.

Doch auch positive Ergebnisse bei Kindern mit hohem Blutvolumen wurden gefunden. Creasy et al. kamen in ihrer Studie an Schafen zu dem Schluß, daß ein plötzliches Trennen des Neugeborenen von der Plazenta durch sofortiges Abklemmen der Nabelschnur zu einer Hypovolämie führt, da dem Feten bis zu dieser Zeit ein um ein Viertel größeres Gesamtblutvolumen zum Gasaustausch zur Verfügung stand (13). Dies ist vor allem für Frühgeborene von Bedeutung, da bei ihnen noch ein größerer Teil des plazento-fetalen Volumens auf die Plazenta entfällt (3, 13). Inall et al. verglichen die Blutvolumina von unreifen und Atemnot-Syndrom-Kindern und stellten fest, daß die Volumina sich nicht signifikant unterschieden, aber der Hämatokrit beim Atemnot-Syndrom wesentlich niedriger lag (26). Hier mag das fehlende Volumen mit Plasma aufgefüllt worden sein; der niedrige Hämatokrit deutet aber auf ein kleines initiales Blutvolumen hin. Ähnliche Ergebnisse erhielten Faxelius et al. (18). Seine Atemnot-Syndrom-Fälle zeigten ebenfalls kleine Hämatokrit- und Blutzell-Volumina. Er konnte eine direkte Abhängigkeit der Mortalität von der Blutzellmasse darstellen: je kleiner das Zellvolumen, desto größer die Mortalität.

Wir können hier nur einen gleichgroßen – und lediglich bei asphyktischen Kindern – einen nicht deutlich erniedrigten Hämatokrit feststellen. Auch für das Blutvolumen zeigt sich in unserer Studie kein Unterschied zwischen Neugeborenen mit und ohne Atemnot-Syndrom. Kaiserschnittentbundene Kinder haben ein vermindertes Blutvolumen, da sie meist über dem Niveau der Plazenta gehalten und so abgenabelt werden (23,54,60,74). Auch unsere Sectio-Entbundenen zeigen ein niedriges Blutvolumen. Bei diesen Kindern ohne Plazentartransfusion und einem zusätzlichen Rückfluß zur Plazenta finden sich gehäuft Atemnot-Syndrom-Fälle (23). Auch bei Neugeborenen mit Störungen der Adaptationsmechanismen ergeben sich Schwierigkeiten in der Atmungs- und Kreislaufanpassung, wenn sie früh abgenabelt werden, während gesunde Neugeborene ein sofortiges Abklemmen der Nabelschnur tolerieren können (54).

Nach Flod und Ackermann kommen asphyktische Kinder bereits mit einem größeren Blutvolumen auf die Welt, da bei ihnen schon in utero eine Plazentartransfusion stattgefunden hat (19). In der Plazenta findet sich weniger Blut als bei normalen früh abgenabelten Neugeborenen nach der Geburt. d.h. man könnte sie mit ihrer Restmenge kaum mehr übertransfundieren, wie es z.B. Yao et al. annehmen (74). Bei unseren Asphyxie - Kindern stellen wir allerdings nicht ein erhöhtes, sondern ein vermindertes Blutvolumen fest.

Bound et al. konnten unter Beweis stellen, daß die Mortalität bei Neugeborenen mit verzögerter Abnabelung sinkt (5). Sie fanden auch eine signifikante Abnahme des Atemnot-Syndroms mit spätem Abklemmen. Besonders deutlich war der Effekt bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht von 1500 – 2000 g und bei Sectio-Kindern, während die Lungen noch kleinerer Kinder wahrscheinlich zu unterentwickelt waren. Sie raten prinzipiell mit der Abnabelung zu warten, bis der erste Atemzug erfolgt ist; sollte dies nicht möglich sein, müssen die früh abgenabelten Kinder in den ersten Stunden nach der Geburt auftransfundiert werden.

Auf Grund unserer Ergebnisse ist es uns nicht möglich, uns eindeutig einer Meinung zuzuordnen.

Der Normalwert unserer gesunden Kinder geträgt ca. 96 ml/kg. Ein erhöhtes Blutvolumen finden wir für Frühgeburten und Mangelgeborene, was übereinstimmt mit anderen Arbeiten (15,26,53,56,64,71). In diesen Kindern mag die Umverteilung des plazento-fetalen Blutvolumens noch nicht abgeschlossen sein (13). Die Erhöhung des Blutvolumens der Mangelgeborenen war jedoch nicht, des Frühgeburten - Blutvolumens nur schwach signifikant, da die Fallzahl in den einzelnen Gruppen recht gering ist.

Ein ebenfalls hohes Blutvolumen ergibt sich in unserer Studie für Neugeborene mit Atemnot-Syndrom, was im Widerspruch zu früheren Untersuchungen steht (5,18,39,74). Der Grund hierfür könnte darin liegen, daß diese Kinder sich in einem schockähnlichen Zustand aufgrund ihres Sauerstoffmangels - nicht einer Hypovolämie wegen - befanden (16). Sauerstoff-Not läßt sie eventuell bereits in utero ihr Blutvolumen steigern (35,65). Außerdem mag die Permeabilität der Gefäßwände gesteigert sein und unsere Ergebnisse somit um 10 % zu hoch liegen. Auf dieser Station wurde zudem noch an allen Atemnot-Syndrom-Kindern eine anhaltende Infusionstherapie durchgeführt. Ebenfalls im Gegensatz zu vorausgehenden Arbeiten steht unser niedriges Blutvolumen bei normalen, asphyktischen Neugeborenen (19,74). Es liegt unter dem Blutvolumen für Atemnot-Syndrom-Kinder mit Asphyxie und ist schwach signifikant niedriger als die Vergleichswerte der normalen, nicht asphyktischen Gruppe.

Es ist möglich, daß in der Asphyxie - Gruppe solche Neugeborene enthalten sind, die zwar bei der Geburt und kurz danach Adaptationsschwierigkeiten hatten, sich aber sehr schnell erholten und deren Volumen-Therapie deshalb bald abgesetzt wurde.

Da diese Kinder bei Geburt eventuell ein erhöhtes Blutvolumen haben, ist bei ihnen der Plasmavolumenaustritt ins Gewebe besonders groß (19,74). Usher et al. haben gezeigt, daß das Plasmavolumen von spät

abgenabelten Kindern - also mit großem Blutvolumen - von 4 bis 72 Stunden auf einem niedrigeren Wert bleibt, als bei früher Abnabelung (63). Nimmt man nun an, asphyktische Neugeborene können ihr bereits niedriges Blutzellvolumen nicht so schnell steigern wie gesunde, resultiert hieraus ein niedriges Blutvolumen. Der Hämatokrit ist für asphyktisch Geborene ebenfalls erniedrigt. Aus den in unserer Arbeit erhaltenen Werten muß man schließen, daß das Blutvolumen durch das Plasmavolumen für alle Neugeborenen mit kardio-respiratorischen Adaptationsstörungen leicht erhöht ist und sich nur im Falle einer alleinigen Asphyxie - ohne nachfolgende Adaptationsstörung - ein niedriger Blutvolumen-Wert findet. D.h. aber auch, daß die Gefahr einer Übertransfusion vor allem bei adaptationsgestörten Neugeborenen - wie z.B. Frühgeburten und Kinder diabetischer Mütter - gegeben ist, da sie ihr Blutvolumen bereits gesteigert haben.

Usher et al., Mollison et al. und Clark et al. konnten in ihren Arbeiten keinen Einfluß der Plazentartransfusion auf die Entstehung des Atemnot-Syndroms finden (12,38,63). In beiden Gruppen - früh und spät abgenabelte - war die Frequenz des Atemnot-Syndroms gleich groß; für gesunde reife (38,63) als auch für unreife (12) Neugeborene. Diesen Ergebnissen müssen wir uns anschließen, da auch wir keine Abhängigkeit des Atemnot-Syndroms von einem hohen oder niedrigen Blutvolumen feststellen können. Die Blutvolumina der Kinder, die ein Atemnot-Syndrom entwickelten, liegen im gleichen Bereich, wie die Werte unserer gesunden Neugeborenen.

d) Die Gefahr des verminderten Blutvolumens

Chu et al. und Wallgren et al. beschreiben eine verminderte Lungendurchblutung beim Atemnot-Syndrom, die mit einer Vasokonstriktion einhergeht (11,68). Hieraus folgt, daß das Neugeborene auf keinen Fall in eine Hypovolämie geraten darf, da sonst der Blutdruck zusätz-

lich absinken und eine Vasokonstriktion verstärken würde (52,66,67). In unseren Ergebnissen zeigt sich allerdings für Asphyktische ein Blutvolumen-Wert, der unter dem der nicht Asphyktischen liegt. was eine Erklärung für einen bestehenden Hypotonus darstellen würde.

Flod und Ackermann und Philip et al. kamen zu der Einsicht, daß ein hohes Blutvolumen für Asphyxie - Kinder von Nutzen ist, da eine physiologische Plazentartransfusion bereits in utero stattfindet (19,44). Trotz des hohen Blutvolumens haben asphyktische Neugeborene einen Hypotonus, der sich in einer Hypovolämie verschlimmern würde (19).

Asphyktische und Mangelgeborene mögen das gleiche Problem, nämlich einen ausreichenden metabolischen Austausch aufrecht zu erhalten, durch den selben Effekt lösen : sie steigern ihr an und für sich niedriges Blutvolumen in utero (19,26,39,74). Unsere Ergebnisse sprechen nicht gegen einen Plasmaeinstrom in die Gefäße bis ein dem Normalen entsprechender Wert erreicht ist, denn Blutzellvolumen und Hämatokrit sind niedriger als bei nicht asphyktisch Geborenen.

Deutlich zeigt sich die Auswirkung eines verminderten Blutvolumens in der Arbeit von Faxelius et al. (18). Er zeigt eine direkte Abhängigkeit der Mortalität vom Blutzellvolumen, das als Maß für das initiale Blutvolumen gelten kann. 30 - 35 ml/kg scheint ein optimaler Wert zu sein. Bei kleiner werdender Blutzellmasse steigt die Mortalität steil an, bei größer werdenden Werten zeigt sie eine schwach steigende Tendenz. Unsere verstorbenen Kinder haben ein deutlich niedrigeres Blutzellvolumen als Kinder mit Asphyxie-Index über 6. Nur die asphyktischen Neugeborenen haben in allen drei Fällen - vaginal, sectio entbunden, Atemnot-Syndrom - ein Blutzellvolumen, das ungefähr dem der verstorbenen Säuglinge entspricht. Dagegen können wir für das Blutvolumen keine klare Aussage machen, da die Blutvolumen-Werte der Verstorbenen sehr weit streuen und der Mittelwert im Bereich der Werte der gesunden Neugeborenen liegt. Ganz deutlich zeigt sich, daß ein niedriger Hämatokrit - bei uns liegt das Mittel bei 40 Vol% - für die Verstorbenen charakteristisch ist. Es besteht eine gute Korre-

lation zwischen dem Hämatokrit und dem klinischen Zustand der Kinder: je niedriger der Hämatokrit, desto kleiner der Asphyxie-Index, desto schlechter geht es auch dem Kind.

Neugeborene mit Atemnot-Syndrom haben eine hohe Mortalität und oft einen perinatalen Blutverlust, d.h. ein vermindertes Blutvolumen (5,18), was bei uns allerdings nicht der Fall ist.

Es ergibt sich also, daß das Blutvolumen bei adaptionsgestörten Neugeborenen nicht unter die Norm absinken sollte, aber ihr Kreislauf darf auch nicht überladen werden, da sie nicht so gut wie gesunde Kinder auf Volumenänderungen antworten können.

e) Verminderter Hämatokrit

In unseren Untersuchungen finden wir keinen Unterschied der Hämatokrit-Werte von gesunden vaginalentbundenen, sectioentbundenen, unreifen und Atemnot-Syndrom-Kindern. Dagegen ist der mittlere Hämatokrit für Mangelgeborene deutlich höher. Dies spricht dafür, daß Mangelgeburten entweder ein größeres initiales Blutvolumen haben als zum Zeitpunkt der Messungen und bereits ein beträchtlicher Teil Plasma ins Gewebe abgegeben wurde, oder daß Mangelgeburten wegen der schlechten intrauterinen Versorgung ihr Erythrozytenvolumen bis zur Geburt steigern. Unsere Neugeborenen mit Asphyxie hatten einen verminderten Hämatokrit bei relativ kleinem Blutvolumen, d.h. auch kleinem Blutzellvolumen. Diese Kinder mußten demnach Vollbluttransfusionen - eventuell Plazentartransfusion - erhalten.

Der Unterschied der Hämatokrit-Werte unserer beiden Gruppen 1 und 2 ist signifikant. Die Kinder mit starken Adaptationsstörungen haben eine stark verminderte Blutzellmasse, wodurch die Schwierigkeiten der Kreislauf- und Atemsituation bedingt sein könnten, wie auch andere Untersucher ausführten (5,47,48,61,63,74). Jedoch stehen auch hier die Ergebnisse einiger Autoren im Gegensatz zu unseren (18,19,26,39,53,63).

Riegel fand bei seinen Untersuchungen einen Bereich von 40 bis 60 % Hämatokrit, innerhalb dessen kritischen Grenzen sich der venöse Hämatokrit eines Risikoneugeborenen bewegen sollte (47,48). Unterhalb dieser Werte sollte man auftransfundieren, oberhalb wäre ein Aderlaß angebracht.

Diese Werte sind vergleichbar mit dem optimalen Bereich von Crowell et al. beim Hund, die nachwiesen, daß die Mortalität außerhalb der Grenzen von 25 bis 45 % Hämatokrit stark ansteigt (14).

Ein um 10 Vol. % niedrigerer Hämatokrit ergibt in der Arbeit von Inall et al. eine höhere Frequenz des Atemnotsyndroms (26), während in anderen Studien das Atemnotsyndrom mit höheren Hämatokritwerten korreliert ist (12,21,34). Man kann also sagen, daß sich ein zu niedriger, wie auch ein zu hoher Hämatokrit ungünstig auf die Anpassungsvorgänge im Neugeborenenorganismus auswirkt.

f) Volumenverhältnisse bei Kindern diabetischer Mütter und Zwillingen

Schröter berichtet über eine Häufung des Atemnot-Syndroms bei Kindern diabetischer Mütter (52). Diese Kinder waren meist unreif und pränatal dystroph. Da wir unter unseren Neugeborenen nur fünf Kinder von diabetischen oder prädiabetischen Müttern haben, läßt sich nur schwer eine Aussage über eine Häufung machen, aber es finden sich doch bei drei von diesen fünf Atemnot-Syndrom bzw. Unreife. Nur ein Kind verstarb, dagegen spricht Schröter von einer erhöhten Mortalität (52).

Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit sind deutlich erhöht. Es ist bekannt, daß Kinder diabetischer Mütter nicht nur größer und schwerer auf die Welt kommen, sondern auch ihre Organe größer aus-

gebildet sind. So wäre es durchaus denkbar, daß auch das Blut als "Organ" vergrößert ist, wie wir es hier gemessen haben. Dem widerspricht, daß Klebe et al. für Kinder diabetischer Mütter ein kleineres Plasmavolumen fanden, Blutvolumen und Blutzellvolumen entsprachen denen von Kindern gesunder Mütter (75). Weitere vergleichbare Untersuchungen konnten wir in der Literatur nicht finden.

Aus unseren Messungen an Zwillingen ergibt sich eine Anämie beim I. Zwilling und ein leicht erhöhtes Blutvolumen bzw. normalgroße Blutzellvolumen - und Hämatokrit-Werte beim II. Zwilling. Dies stimmt überein mit den Resultaten von Becker und Glass, Wunderlich und de Marco, die außerdem einen verminderten Hämatokrit fanden (4,37, 70). Eine doppelt so hohe Mortalität des II. Zwillings beschreibt Kintzel (28), was unseren Ermittlungen allerdings nicht entspricht. Die gegenteilige Meinung vertreten Anger und Ring in ihrer Arbeit (2): hier hat der II. Zwilling eine Anämie, während sich der I. Zwilling völlig gesund entwickelt.

g) Auswirkungen des Blutvolumens auf den systolischen Blutdruck

Einheitlich geben mehrere Autoren an, daß eine Hypovolämie eine Hypotonie mit sich bringt und umgekehrt ein großes Blutvolumen auch einen hohen Blutdruck bedingt (41,66,67).

Oh et al. zeigten, daß der Blutdruck bei Kindern mit einem hohen initialen Blutvolumen während der ersten Lebensstunden sinkt bis er die Kurve der Blutdruck-Werte von Neugeborenen mit kleinem initialen Blutvolumen nach ca. 24 Stunden erreicht und dann wie diese kontinuierlich ansteigt (41). Dies entspricht genau dem Verlauf der Größe des Blutvolumens. Es ist also zu erwarten, daß sich eine positive Korrelation ergibt, wenn man jedem gemessenen Blutvolumen den entsprechenden Blutdruck-Wert zuordnet. Wir haben die Werte der ersten 24 Lebensstunden zueinander in Beziehung gesetzt und dabei in der Gewichtsklasse A (2500 - 4300 g) keine Abhängigkeit zwischen Blutvolumen und Blutdruck gefunden. Zwei Neugeborene mit einer Hypovolämie

zeigten allerdings erwartungsgemäß einen deutlich niedrigeren Blutdruck. Auch Wallgren et al. fanden bei 15 % Blutvolumen-Entzug bei gesunden, reifen Neugeborenen kaum ein Absinken des Blutdrucks (66, 67). In der Gewichtsklasse B (700 - 2500 g) ergab sich jedoch eine recht gute Korrelation zwischen Blutvolumen und Blutdruck. Das bedeutet, daß Frühgeborene stärker mit Blutdrucksenkung auf eine Blutvolumen-änderung reagieren als ein reifes Neugeborenes, dem noch andere Kompensationsmechanismen zur Verfügung stehen sollen (72).

h) Parameter zur Beurteilung einer Hypovolämie

Für die Praxis ist es von Bedeutung, einen möglichst einfachen Parameter zu haben, mit dem sich ein eventuell vorhandener Blutmangel schnell entdecken läßt. Für Erwachsene fand sich eine gute Korrelation zwischen Blutvolumen und "Schockindex", der sich nach Puls/systolischen Blutdruck errechnet (1).

Unsere Ergebnisse zeigen für Neugeborene allerdings keine Beziehung zwischen Blutvolumen und Herzfrequenz: weder für Gruppe 1 noch für Gruppe 2. Für den systolischen Blutdruck finden wir nur bei kleinen Kindern eine Abhängigkeit, so daß der Schockindex für Neugeborene mit großem Gewicht überhaupt nicht brauchbar, für kleine Neugeborene zu ungenau ist. Blutdruck und Herzfrequenz sind bei Säuglingen offensichtlich zu abhängig von anderen Parametern.

Für die kleine Gewichtsklasse wäre deshalb der Blutdruck allein als Meßgröße geeigneter.

Die Messung des Hämatokrits gibt allein keinen Aufschluß über absolute Volumina, sondern nur über deren momentanes Verhältnis. Man kann jedoch sagen, daß ein mäßiger bis schlechter klinischer Zustand mit einem niedrigen Hämatokrit korreliert ist.

Frank kam zu der Einsicht, daß die Messung des Hämatokrits unbrauchbar, dagegen die des Blutvolumens sinnvoll ist (20). Als beste und

sicherste Methode erscheint uns die Messung des Blutvolumens mit dem "Volemetron", das in modifizierter Form auch transportabel ist (25), in Verbindung mit der gleichzeitigen Bestimmung des Hämatokrits, woraus sich das Blutzellvolumen errechnen läßt, welches am besten die Kreislaufverhältnisse im Organismus des Neugeborenen widerspiegelt.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Wir unternahmen an 65 Risiko-Neugeborenen unter Standard-Therapie-Bedingungen während der ersten vier Lebenstage Blutvolumen- und Hämatokrit-Messungen und setzten die Werte in Beziehung zu anderen Kreislaufparametern, z.B. dem Blutdruck. Das Blutvolumen wurde mit J¹²⁵-Albumin im "Volemetron" gemessen; methodisch handelt es sich exakter um den Albuminraum. Der Hämatokrit wurde durch Zentrifugieren ermittelt.

Die Kinder wurden nach dem Discriminant-Score von Riegel und Ahnen in zwei Gruppen gegliedert: Gruppe 1 enthält ein Kollektiv relativ gesunder Neugeborener mit nur leichten kardio-respiratorischen Anpassungsschwierigkeiten und weiteren klinisch unauffälligem Verlauf; das Kollektiv der Gruppe 2 besteht aus Kindern mit schweren Adaptationsstörungen.

Wir fanden folgende Ergebnisse:

Das Blutvolumen steigt von der 20. Stunde nach Geburt bis zur 78. um ca. 10 %, das Plasmavolumen um 16 %. Beide Anstiege sind signifikant. Für die Gruppe 2 ergibt sich ein verzögertes Zunehmen der Volumina gegenüber der Gruppe 1.

Die Blutzellmasse ändert sich während des betrachteten Zeitraumes in keiner der beiden Gruppen; sie liegt in Gruppe 2 jedoch deutlich niedriger. Auch ist der Hämatokrit der Gruppe 2 kleiner.

Der Hämatokrit zeigt keine signifikante Änderung über die ersten Lebenstage hin, es läßt sich jedoch eine sinkende Tendenz feststellen.

Die Regressionen von Blutvolumen gegen Alter zeigen, daß hier kein bedeutender Unterschied zwischen Gruppe 1 und 2 besteht. Dagegen ergibt sich für das Plasmavolumen ein höherer und dementsprechend für das Blutzellvolumen ein niedriger Wert in der Gruppe 2 während der ersten drei bis vier Lebenstage.

Statistisch gesehen konnte eine Abhängigkeit des Blutdruckes vom Blutvolumen nur für kleine Neugeborene mit einem Geburtsgewicht unter 2500 g gezeigt werden, während in der Gruppe mit schwereren Kindern keine Korrelation zu bestehen scheint. Leichte Neugeborene weisen

häufiger gleichzeitig einen Blutdruckabfall und eine Blutvolumen - minderung auf.

Die Herzfrequenz scheint unabhängig vom Blutvolumen für Kinder der Gruppe 2 etwas höher zu liegen als für Gruppe 1. Aufgrund dieser Tatsache ergibt sich auch für den "Schockindex" (f/P_s) nur eine schwache Korrelation zum Blutvolumen. Er steigt mit Volumenminderung.

Bei weitergehender Unterteilung lassen sich folgende Resultate ablesen:

Für gesunde vaginalentbundene Kinder ergibt sich ein Mittelwert von 96 ml/kg. Das Blutvolumen sectioentbundener Neugeborener ist unabhängig von Asphyxie-Index stets kleiner als das der vaginal Geborenen. Eine Abhängigkeit des idiopathischen Atemnotsyndroms vom Blutvolumen können wir nicht feststellen; die Blutvolumen-Werte dieser Kinder liegen im gleichen Bereich, wie die der Vaginalgeburten ohne Atemnotsyndrom. Ein deutlich vermindertes Blutvolumen läßt sich für asphyktisch Geborene ablesen. Alle drei Gruppen - vaginal-, sectioentbunden, Atemnotsyndrom-Kinder - zeigen ein kleines Blutvolumen bei einem Asphyxie-Index unter 6. Noch deutlicher wird dieser Abfall mit dem Asphyxie-Index bei Blutzellvolumen und Hämatokrit.

Hieraus folgt, daß nicht das Atemnotsyndrom der ausschlaggebende Faktor ist, sondern dem Asphyxie-Index die bestimmende Rolle zukommt. Bei Frühgeborenen und perinatal dystrophen Neugeborenen scheint das Blutvolumen über dem Normwert relativ gesunder Kinder gleichen Alters zu liegen.

Kinder diabetischer Mütter zeigen ein deutlich erhöhtes Blutvolumen gegenüber der normalen Gruppe. Bei Zwillingen ergibt sich für die Gruppe der Erstgeborenen ein niedrigeres Blutzell- und Blutvolumen als für die Zweitgeborenen. Insgesamt gesehen liegen die Werte für Zwillinge ebenfalls abhängig vom Asphyxie-Index im Bereich der Vergleichsgruppen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Allgöwer, N, Burri, C: "Schockindex", Dtsch Med Wschr 92, 1947 (1967)
- 2 Anger, H, Ring, A: Die fetofetale Transfusion bei Zwillingen
Z Geburtsh Perinat 176: 164, 1972
- 3 Barcroft, J, Kennedy, JA: Distribution of blood between foetus and
placenta in sheep. J Physiol (London) 95: 173, 1939
- 4 Becker, AH, Glass, H: Twin-to-twin transfusion syndrom
Amer J Dis Child 106: 624, 1963
- 5 Bound, JP, Harvey, PW, Bagshaw, HB: Prevention of the pulmonary
syndrom of the newborn. Lancet 1: 1200, 1957
- 6 Bratteby, LE: Studies on erythrocinetics in infants. VIII. Mixing,
disappearance rate and distribution volume of labelled
erythrocytes and plasmaproteins in early infancy.
Acta Soc Med Upsal 72: 249, 1967
- 7 Burck, HChr: Fehler und Fortschritt der Hämatokritmethode.
Dtsch Med Wschr 95: 1362, 1970
- 8 - Der K-, Na-, Mg-Gehalts des plasmafreien Erysediments
u. des durchschnittlichen Einzelerythrocyten bei Bestimmung
mit Hilfe eines Cr⁵¹-EDTA-Isotopenverdünnungsverfahrens.
Verh dtsch Ges Inn Med 75: 147, 1969/Klin Wschr 48: 105, 1970
- 9 Cassady, G: Plasmavolume studies in low birthweight infants
Pediatrics 38: 1020, 1966
- 10 Chaplin, H, Mollison, PL: Zit.n. Burck
- 11 Chu, J, Clements, JA, Cotton, EK, Klaus, MH, Sweet, AY, Thomas, MA,
Tooley, WH: The pulmonary hypoperfusion syndrom.
Pediatrics 35: 733, 1965
- 12 Clark, ACL, Gairdner, D: Postnatal plasmashift in premature infants.
Arch Dis Childh 35: 352, 1960
- 13 Creasy, RK, Drost, M, Green, MV, Morris, JA: Determination of fetal
placental and neonatal blood volume in the sheep.
Circulation Res 27: 487, 1970

- 14 Crowell, JM, Ford, RG, Lewis, VM: Oxygen transport in hemorrhagic shock as a function of the hematocrit ratio.
Amer J Physiol 196:1033, 1950
- 15 Csorba, S, Jezerniczky, J: Plasma- und Blutvolumen bei Frühgeborenen im 1. Trimenon. Acta Paed Acad Sci Hung 7:65, 1966
- 16 Dortmann, A, Haupt, H: Perinatale Hämorrhagie und Schocksyndrom des Neugeborenen. Arch Kinderheilk 177:131, 1968
- 17 Fashena, GJ, Bates, HH, Ried, AF: Changes in blood volume in the neonatal period (Abstract). Amer J Dis Child 80:510, 1950
- 18 Faxelius, G, Raye, J, Gutberle, R, Swanström, S, Dyer, N, Brill, A, Stahlman, M: Red cell volume in distressed newborn infants. XIII. Int. Kongr., Pädiatr. Kongressberichte, Vol. 1:61, 1971
- 19 Flod, NE, Ackermann, BD: Perinatal asphyxia and residual placental blood volume. Acta Paediat Scand 60:433, 1971
- 20 Frank, ED: A shock team in a general hospital. Anesth Analg 46:740, 1967
- 21 Gairdner, D, Marks, J, Roscoe, JD, Brettell, RO: The fluidshift from the vascular compartment immediately after birth.
Arch Dis Childh 33:489, 1958
- 22 Geigy, J. R. AG: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Auflage, Basel 1968
- 23 Gunther, M: The transter of blood between the baby and placenta in the minutes after birth. Lancet 1:1277, 1957
- 24 Hedin, SG: Scand Arch Physiol 2:134. 360(1891) Zit. nach Burck
- 25 Hummel, K, Zöllner, R: Z ges exp Med 129:250, 1957, Zit. n. Burck
- 26 Inall, JA, Bluhm, MM, Kerr, MM, Douglas, TA, Hope, CS, Hutchison, JH: Blood volume and hematocrit studies in respiratory distress syndrom of the newborn. Arch Dis Childh 40:480, 1965
- 27 Jegier, W, Mac Laurin, J, Blankenship, W, Lind, J: Comparative studies of blood volume estimation in the newborn infant using J^{131} -labelled human serum albumin and T-1824.
Scand J Clin Lab Invest 16:125, 1964

- 28 Kintzel, H.-W.: Zur unterschiedlichen Gefährdung des I. und II. Zwillings durch die Geburt.
Kinderärztl. Prax. 32:51 1964
- 29 Lang, V.O.: Die routinemäßige Blutdruckuntersuchung bei Frühgeborenen und Säuglingen und ihre Bedeutung.
63. Beih. Arch. Kinderheilk. "Pädiatrische Intensivpflege" S.80, 1971
- 30 - H.M.Hilber jr.; Blutdruckmessung im Säuglingsalter
I. Der Einfluß versch. Manschettenbreiten auf den gemessenen Blutdruck-Wert. Z.Kinderheilk. 105:156, 1969
- 31 - II. Der Einfluß verschiedener Meßverfahren auf den erhaltenen Wert. Z.Kinderheilk. 105:165, 1969
- 32 - F.Mörtel, H.Stierlen, J.G.Schöber, K.Riegel: Kreislaufregulation bei Frühgeborenen. I. Unter physiolog. Bedingungen. Mschr. Kinderheilk. (1972, im Druck)
- 33 Lawson, H.C.: The volume of blood - A critical examination of methods for its measurement. In: W.F.Hamilton u. P.Dow (Ed), Section 2: Circulation, Bd.I des Handbook of Physiology S.23, Washington D.C. Amer. Physiol. Soc. 1962
- 34 Lind, J.: Das Blutvolumen und die kardio-respiratorische Anpassung des Neugeborenen. Pädiat. Pädol. 3:120, 1967
- 35 Linderkamp, O.: Hämatologische und hämodynamische Daten von Säuglingen und Kindern mit angeborenen Herzfehlern unter bes. Berücksichtigung des Blutvolumens.
Dissertation, München 1973
- 36 Low, J.A., N.D.Kerr, A.R.Cochon: Plasma volume and blood volume of the normal newborn infant and patterns of adjustment in initial 24 heures of the neonatal period.
Amer. J. Obstet. Gynec. 86:886, 1963
- 37 de Marco, P.G.: Feto-fetale transfusion in monozygotic twins.
Clin. Pediat. (Philad.) 3:709, 1964

- 38 Mollison, P. L., N. Veall, M. Cutbush: Red cell and plasma volume in newborn infants. *Arch. Dis. Childh.* 25:242, 1950
- 39 Oh, W., W. Blankenship, J. Lind: Further studies of neonatal blood volume in relation to placental transfusion. *Ann. Paediat.* 207:147, 1966
- 40 - J. Lind: Venous and capillary hematocrit in newborn infants and placental transfusion. *Acta Paediat. Scand.* 55:38, 1966
- 41 - J. Lind, I. H. Gessner: The circulatory and respiratory adaptation to early and late cord clamping in newborn infants. *Acta Paediat. Scand.* 55:17, 1966
- 42 - M. A. Oh, J. Lind: Renal function and blood volume in newborn infants related to placental transfusion. *Acta Paediat. Scand.* 56:197, 1966
- 43 Ørskov, S. L.: *Acta Physiol Scand* 12:202, 1947, *Zit. nach Burck*
- 44 Philip, A. G. S., A. B. Yes, M. Rosy, N. Surti, A. Tsamtsuris, D. Imgall: Placental transfusion as an intrauterine phenomenon in deliveries complicated by foetal distress. *Brit. Med. J.* 2:11, 1969
- 45 Reynolds, S. R. M.: Circulatory adaptation to birth and their clinical application. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 70:148, 1955
- 46 Riegel, K., U. Ahnen: Eine objektive Beurteilung von Risikoneugeborenen mit gestörter kardio-pulmonaler Adaptation. *Mschz. Kinderheilk.* 119:73, 1971
- 47 - Criteria of respiratory insufficiency. In: *Neonatal intensive care*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1971
- 48 - Die Gastransportfunktion des Blutes bei Anämien des Kindesalters. *Dtsch. med. Wschr.* 87:1947, 1962
- 49 Rosenthal, T. B.: The effect of temperature on the pH of blood and plasma in vitro. *J. Biol. Chem.* 173:25, 1948
- 50 Sachs, L.: *Statistische Auswertungsmethoden*. 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1969

- 51 Schöber, JG: Vitale Funktionsgrößen des adaptionsgestörten Neugeborenen und ihre pharmakologische Beeinflussung.
Habil.-Schr. München 1973
- 52 Schröter, W: Neugeborene diabetische Mütter.
Mschr. Kinderheilk. 115:534, 1967
- 53 Schulman, I, Smith, C: Studies on an anemia of premature.
II. The blood volume in the premature infants.
Amer. J. Dis. Child. 88:567, 1954
- 54 Secher, O, Karlberg, P: Placental blood transfusion. Lancet 1:1203, 1962
- 55 Severinghaus, LW, Bradley, AF: Electrodes for blood pO_2 and pCO_2 determination. J. Appl. Physiol. 13:515, 1958
- 56 Sisson, TRC: Blood volume. In: Physiology of the neonatal period. I.
New York: Appleton-Century-Crofts 1970, Ed.: U. Stave
- 57 - Whalen, LE: The blood volume of infants. I. The full-term infant in the first year of life. J. Pediat. 55:163, 1959
- 58 - III. Alternations in the first year after birth.
J. Pediat. 56:43, 1960
- 59 - Buniaviroch, E, Knutson, S:
IV. After delivery by cesarean section.
Amer. Soc. Pediat. Res. p. 142, 1969 (Abstract)
- 60 Steele, MW: Plasma volume changes in the neonate.
Amer. J. Dis. Child. 103:42, 1962
- 61 Taylor, PM, Bright, NH, Birchard, EL: Effect of early versus delayed clamping of umbilical cord on the clinical condition of the newborn infant. Amer. J. Obstet. Gynec. 86:893, 1963
- 62 Ulmer, H-V, Böning, D: Accuracy and sources of error in determining the blood volume with the "Volemetron".
Anaesthesist 20:277, 1971
- 63 Usher, N, Shepard, M, Lind, J: The blood volume of the newborn infant and placental transfusion.
Acta Paediat. Scand. 52:497, 1963

- 64 - J.Lind : Blood volume of the newborn premature infant.
Acta Paediat,Scand,54:419, 1965
- 65 Versmold,H.,O.Linderkamp,K.Bühlmeyer K.Riegel: Das Blut-
volumen, die Hämoglobinmasse und die arteriellen O₂-
Parameter bei angeborenen Herzfehlern von Säug-
lingen und Kleinkindern.
Mschr. Kinderheilk. 119:414, 1971
- 66 Wallgren,G.,J.S.Hanson,J.Lind: Quantitative studies of the human
neonatal circulation. III.
Acta Paediat,Scand,Suppl.179:45, 1967
- 67 - IV. Acta Paediat,Scand,Suppl.179:57, 1967
- 68 - V. Acta Paediat,Scand,Suppl.179:71, 1967
- 69 Wilcoxon.F.: Biometrics 3:119, 1947
- 70 Wunderlich,P.: Die intrauterine Blutverschiebung bei eineiigen
Zwillingen und ihre Bedeutung.
Dtsch. Gesundh.-Wes. 20:716, 1965
- 71 Yao,A.C.,J.Lind,R.Tiisala,K.Michelsson: Placental transfusion
in the premature infant with observation on clinical
course and outcome. Acta Paediat,Scand,58:561, 1969
- 72 - J.Lind. V.Vuorenkoski: Expiratory grunting in the
late clamped normal neonate. Pediatrics 48:865, 1971
- 73 - M.Hirvensalo,J.Lind The rate of placental transfusion
in normal full-term infant. Lancet 1:380, 1968
- 74 - A.Wist,J.Lind: The blood volume of the newborn infant
delivered by caesarean section.
Acta Paediat,Scand,56:585, 1967

Nach Abschluß der Literaturzusammenstellung:

- 75 Klebe,JG,Ingomar,CJ,Nörregaard-Pedersen.B: Blood volu-
mes in premature infants of diabetic and
non-diabetic mothers, correlated with the
time of clamping of the umbilical cord.
Acta Paediat Scand 61:549-554, 1972

VIII. ANHANG

Im Anhang wurden die Versuchsdaten in Form von Tabellen zusammengestellt. Die Tabellen enthalten:

- n = Anzahl der Einzeldaten eines Versuchskollektivs
- $\bar{x}$ = Arithmetisches Mittel der Einzelwerte
- s_{xi} = Standarderror der Einzelwerte (mittlere Streuung der Einzelwerte)
- $s_{\bar{x}}$ = Standarderror des Mittelwertes (mittlere Streuung des Mittelwertes)
- p = Wahrscheinlichkeit der Differenzen zweier Mittelwerte

ABKÜRZUNGEN:

- n = normale Spontangeburt (Tab. 1)
- VE = Vakuumextraktion
- F = Frühgeburt
- S-f-d = Small-for-date = Mangelgeburt
- Zw. I = I. Zwilling
- RDS = Atemnot-Syndrom
- +
- = verstorben

Tabelle 1a: Übersicht aller Fälle

Nr.	Name	Geschlecht	Geburts- datum	Alter	Gewicht	Hämatokrit			Puls	Blut- druck
						venös	kapillär	arteriell		
01	Hofa	w	19. 3.70	3	3000	44			120	70/-
02	Rob	m	8. 4.70	22	3310	43			128	50/37
03	Am A	m	10. 4.70	25	2720	47			150	30/25
04	Am B		10. 4.70	92	2610	37			138	45/-
05	SimO	m	28. 4.70	26,5	3900	45			138	
06	Beck	w	4. 5.70	22	2150	41			156	74/47
07	Alex	m	29. 6.70	21,5	3290	42,6			140	
08	Es	m	20. 7.70	33	3100	57				58
09	Wag	m	26. 7.70	31,5	2000	53,5			188	40
10	Joch	w	27. 7.70	14,5	2640	51,5			152	33/-
11	Con I	w	29. 7.70	4	2250	33				25/-
12	Con II	w	29. 7.70	10	1700	72				
13	Vo	m	22.10.70	15,5	1400	43	42		150	50/-
14	Bru	m	29.10.70	4	3570	40	41	35,7	115	60/35
15	Prae A	w	8.11.70	30	1880	66	72		115	60/35
16	Prae B	"	8.11.70	83	1850	59	57		116	78/23
17	Iet	m	12.11.70	17	2280	41	48	46	140	70/22
18	Wür	w	13.11.70	20,5	2940	40	40	38	170	58/23
19	Boe	m	16.11.70	9,5	3500	73	65			
20	Thei	w	16.11.70	53	3100	44	54		120	64/25
21	Leg	w	20.11.70	6,5	1640	42			170	40/-
22	Hör	w	20.11.70	60,5	990	46	52	45	150	58/26
23	Her I	w	25.11.70	25	1520	33	35,5	34	145	60/22
24	Her II	w	25.11.70	6	1490	33			140	
25	Go	m	1.12.70	8	1750	49,5	54,5	47	140	58/35

Tabelle 1a: Fortsetzung

Nr.	Name	Geschlecht	Geburts- datum	Alter	Gewicht	Hämatokrit			Puls	Blut- druck
						venös	kapillär	arteriell		
26	Pa	w	2.12.70	2,5	3850	75	76		124	
27	Ebe	m	3.12.70	89	2380	49	52		130	68/32
28	Tap	m	4.12.70	65,5	1740	41	45		140	
29	Pla	m	9.12.70	53,5	2530	53	61		125	70/35
30	Ya	m	17.12.70	34	2090	60	50	47	120	54/23
31	Bai	w	11. 1.71	55,5	730		29	28	160	67/25
32	Mit	w	12. 1.71	33	1350	45	46	46	145	52/22
33	Mü	w	13. 1.71	3,5	2850	31	33		160	
34	Har	m	19. 1.71	5	2350	52	53	51	120	60
35	Sche	m	19. 1.71	29,5	2330	32	33		140	
36	Bie I	m	19. 1.71	46,5	2700	47	57		130	
37	Bie II	m	19. 1.71	46,5	2400	44	48		136	
38	Ki	m	23. 1.71	62,5	1780	62	66		144	75/35
39	Sim	m	31. 1.71	76,5	2280	56	58		164	82/40
40	Fra	m	3. 2.71	7,5	3900	31	35	33	144	
41	Qui	m	15. 3.71	26	3160	54	57	52	150	76
42	Wi	m	27. 3.71	37,5	2900	49			142	68
43	Zi I	w	11. 4.71	98,5	2760	40	39		130	
44	Zi II	w	11. 4.71	99,5	2480	27	30		125	
45	Ver	m	17. 4.71	46	3260	61	64		126	77/37
46	See	w	19. 4.71	27,5	2280	57	64		126	57/40
47	Hon	m	19. 4.71	49,5	3630		54	46	140	
48	Schü	w	22. 4.71	16,5	2100	62	70	75	140	54/-
49	Mer	w	4. 5.71	4,5	3260	47	51	48	160	87/54
50	Lot	m	4. 5.71	13,5	3400	57	59		156	

Tabelle 1a: Fortsetzung

Nr.	Name	Geschlecht	Geburts- datum	Alter	Gewicht	Hämatokrit			Puls	Blut- druck
						venös	kapillär	arteriell		
51	Wen	m	8. 5.71	62	1780	49	52		148	68/26
52	Böc	m	10. 5.71	20	4310	47,5	49	45,5	155	71/52
53	Pos	m	12. 5.71	62	2230	44	45	44	130	70/30
54	Nas	m	18. 5.71	11	2180	51	49	47	135	62/40
55	Sig	m	20. 5.71	20	4350	65	78		135	
56	Bic	m	21. 5.71	3,5	2170	50	66		150	
57	Hir	w	21. 5.71	5	2200	70	74		110	69/42
58	Käm	m	30. 5.71	68	2650	49,5			108	68/38
59	Tor	m	2. 6.71	34	3270	45			120	68/45
60	Obe	m	11. 6.71	2,5	2600	46,5	47		130	43/35
61	Loc	w	18. 6.71	9,5	1350	56			155	
62	Slo	m	19. 6.71	5	3450	58			158	63/44
63	Kaß	w	19. 6.71	76,5	1930	38,7			136	75/40
64	Sac	w	23. 6.71	21	2600	40			144	52/32
65	Gre	m	20. 7.71	19,5	3650	42				

Tabelle 1b: Übersicht aller Fälle

Nr.	Blut- volumen	Länge	Körper- oberfläche	Entbin- dungsart	Haupt- diagnosen
o1	84,5	5o	o,193	Bracht	unauffällig
o2	6o,5	52	o,21o	Sectio	, Rh-Inkompatibilität
o3	93,6	46	o,173	Bracht	F, RDS, Aspiration
o4	121	"	o,171	"	"
o5	86,5			Sectio	F, Ikterus
o6	8o	46	o,16o	n	F, Down-Syndrom, kein Inkub.
o7	78	55	o,22o	n	Asphyxie, intracran. Blutung +
o8	91	51	o,2oo	n	Herzfehler
o9	83,2	47	o,159	n	F, Leistenbruch-OP
1o	86	49	o,18o	n	Aspiration, vorz. Blasensprung, kein Inkub.
11	55,3	48	o,17o	n	F, Zw.I. +
12	58,9			Bracht	F, S-f-d, Zw.II
13	78,5			n	F
14	91	51	o,215	n	Asphyxie, Nabelschnurumschlingung
15	95	39	o,127	n	S-f-d, kein Inkub.
16	127	39	o,125	"	"
17	99	49	o,171	n	F, RDS
18	89	48	o,184	Sectio	RDS, Nabelschnurvorfall
19	116	48	o,2oo	Sectio	F, Kind einer diab. Mutter
2o	89,2	51	o,2oo	VE	RDS, Aspiration
21	115,5			Sectio	F, RDS, Turner-Syndrom, Gaumenspalte +
22	112	37	o,091	n	F, RDS +
23	189	4o	o,12o	n	S-f-d, RDS, Zw.I +
24	137	39	o,119	n	F, Pneumothorax, Cyanose, Zw.II +
25	1o2,5	42	o,13o	n	F

Tabelle 1b: Fortsetzung

Nr.	Blut- volumen	Länge	Körper- oberfläche	Entbin- dungsart	Haupt- diagnosen
26	115	54	o,23o	n	F, RDS, Ödeme, Kind einer diab. Mutter
27	93,5	47	o,17o	Sectio	F, RDS
28	92			n	F, Sepsis +
29	121	47	o,173	n	F, RDS, Kind einer diab. Mutter
3o	97,5	43	o,147	n	F, S-f-d
31	86,5	33	o,075	n	F, RDS, Anämie, vorz. Plazentalösung +
32	98,5	41	o,12o	n	F, RDS, Sepsis
33	71,5	44	o,171	Sectio	F, Asphyxie, Anämie
34	99,5	45	o,161	n	F
35	97	45	o,161	n	F, Rh-Inkompatibilität, Herzfehler
36	1o3	49	o,182	Sectio	S-f-d, Asphyxie, Zw. I
37	1o3	48	o,172	Sectio	Asphyxie, Zw. II
38	1o7	46	o,148	n	F
39	127	49	o,168	n	F, Aspiration, Rh-Inkompatibilität
4o	1o9	52	o,226	n	Rh-Inkompatibilität
41	79	48	o,191	Sectio	RDS, Kind einer diabet. Mutter
42	1o8			n	F, Asphyxie
43	111	46	o,175	n	F, Rh-Inkompat., Down-S., Herzfehler, Zw. I+
44	116	49	o,176	n	F, Rh-Inkompat., Ikterus, Zw. II
45	1o2	5o	o,2oo	n	RDS, kein Inkub.
46	98,5	44	o,155	n	F, kein Inkub.
47	91	49	o,2o7	n	RDS, Herzfehler
48	96	47	o,161	Sectio	F
49	76,5	55	o,215	Sectio	Aspiration, Asphyxie, Übertragung
5o	93,5	5o	o,2o2	Bracht	Herzfehler, Cyanose

Tabelle 1b: Fortsetzung

Nr.	Blut- volumen	Länge	Körper- oberfläche	Entbin- dungsart	Haupt- diagnosen
51	94,5	46	0,150	n	F, S-f-d
52	122,5	54	0,246	Section	Rh-Inkompat., Aspiration, diab. Mutter +
53	92	46	0,164	Section	F, Asphyxie
54	106	46	0,162	n	S-f-d, vorz. Blasensprung, kein Inkub.
55	105	56	0,255		F, Herzfehler
56	89,5	47	0,164	n	F, RDS
57	99	45	0,159	n	Down-Syndrom
58	93,2	47	0,175		F, Aspiration, Zw. II
59	77,4	51	0,172	VE	Aspiration, Asphyxie, Anämie
60	48,1	48	0,175	Section	Asphyxie, Aspiration, Anämie
61	112	40	0,120	n	F
62	122	50	0,205	n	F, Asphyxie, Down-S., Herzfehler
63	89,4	44	0,146	n	Asphyxie, Zw. II, Hydramnion, Hepatomegalie
64	96,2			Section	F, Hypoglykämie, Sepsis
65	108	50	0,210	Zange	Übertragung

Tabelle 1c: Todesursachen nach Sectionsprotokollen

07	Pneumonie, Sepsis, intracranielle Blutung
11	Hämorrhagische Diathese, Neben-Nieren-Blutung
21	Hyalinose, multiple Mißbildungen
22	Zustand nach Langzeitbeatmung, Lungenfibrose
23	Intracranielle Blutung
24	Intracranielle Blutung
28	Intracranielle Blutung, Lungenblutung, Sepsis
31	Hämorrhagische Diathese, Hyalinose
43	Pancytopenie, hämorrhagische Diathese
52	Pulmonale Insuffizienz, hämorrhagische Diathese, intracran. Blutung

Tabelle 2 : Score - Berechnung

2a: Gruppe 1 mit Werten über 5000

Nr.	pO ₂	K ⁺ bei Aufn.	pH	Temp. bei Aufn.	Gewicht	Apgar		Score
						1'	5'	
01	508	5,0	7,3	35,1	3000	6	8	5328
02	250	5	7,35	36,7	3310	8	10	5219
05	357	5,6	7,5	35,9	3900	4	5	5400
06	320	3,9	7,43	36,9	2150	9	10	5205
08		5,4	7,4	36,4	3100	8	9	5689
09	310	5	7,5	36,3	2000	9		5092
14	437	4,7	7,45	35,6	3600	3	5	5347
7	320	4,4	7,43	34,4	2280	4	8	5038
19					3500	8	9	>5000"
25	460	4,6	7,44	34,4	1780	8	9	5138
26	295	4,1	7,3	37,1	3850	7	9	5448
27	517	4,5	7,24	36,6	2500	7	8	5351
30	320	5,4	7,46	36,2	2090	5	9	5060
34	500	4,0	7,41	37,2	2350	8	10	5435
36	535	4,0	7,41	35,7	2700	5	8	5435
37	202	5	7,4	36,0	2400	3	5	5002
39	300	4,2	7,38	35,3	2280	7	7	5078
41	450	5	7,38	37,2	3200	8	9	5455
45	250	4,1	7,19	35,8	3260	5	10	5249
46	300	4,5	7,38	36,1	2350	8	10	5120
48	308	4,1	7,38	36,6	2100	8	9	5142
49	310	4,1	7,4	36,8	3260	8	7	5365
52	25	3,0	7,24	35,4	4310	5	8	5257
54	460	4,0	7,35	36,5	2150	10		5289
55					2230	8	10	>5000"
57	400	5,2	7,31	35,8	2200	10		5092
60	400	4,1	7,34	35,0	2600	8	6	5206
63	400	5	7,45	34,4	1930	3	4	5017
64	363	4,9	7,37	37,2	2600	8	10	5273
65	280	4,3	7,45	36,2	3650	6	7	5360

Tabelle 2 : Score - Berechnung

2b: Gruppe 2 mit Werten unter 5000

Nr.	pO ₂	K ⁺	pH	Temp.	Gewicht	Apgar		Score
		bei Aufn.		bei Aufn.		1'	5'	
o3		5	7,24	34,0	2720	4	6	4790
o4		5	"	34,0	"	4	6	4790
o7	70	5	7,35	35,8	3290	2	5	4996
10	136	4,6	7,34	35,5	2640	8	7	4943
11	63	4,3	7,19	36,2	2250	4	5	4870
12	197	5	7,34	36,2	1700			4870
13		6,6		35,7	1400	10	10	<5000 ^m
15	344	5,5	7,36	35,4	1900	8	10	4974
18	62	4,6	7,41	35,5	2940	1	5	4949
20	68	4,6	7,28	36,4	3180	10		4946
21	67	5,1	7,24	36,5	1640	5	6	4713
22	95	5,2	7,34	34,5	990	5	9	4509
23	210	4,7	7,42	35,8	1520	4	8	4874
24	43	5	7,43	36,0	1490	2	7	4682
28		6,2	7,4	35,9	1740	9	10	<5000 ^m
29	164	5	7,4	35,5	2530	4	8	4957
31	109	4,9	7,43	32,3	730	5	6	4387
32	83	4,1	7,37	35,5	1450	7		4725
33		5	7,46	36,0	2850	1	6	<5000 ^m
35	70	6,4	7,36	36,7	2330	4	6	4835
38	110	5,2	7,40	35,6	1860	9	10	4773
40	50	5,3	7,19	35,1	3900	5	8	4959
42				34,2	2900	3	7	<5000 ^m
43	238	5	7,30	34,3	2760	1	5	4750
44		5	7,14	35,0	2480	3	7	<5000 ^m
47	45	5,9	7,28	36,5	3630	8		4997
50		5	7,43	37,2	3400	8	10	<5000 ^m
51		4,5		36,5	1780	10		<5000 ^m

Tabelle 2b: Fortsetzung

Nr.	pO ₂	K ⁺	pH	Temp.	Gewicht	Apgar		Score
		bei Aufn.		bei Aufn.		1'	5'	
53	150	4,4	7,25	36,2	2250	9	9	4922
56	67	4,7	7,23	37,2	2170	10		4856
58	120	4,6	7,29	33,6	2650	7	8	4784
59	150	5,0	7,43	34,1	3270	2	6	4966
61	70	3,8	7,41	34,8	1350	6	10	4671
62	53	4,6	7,24	35,2	3450	1	6	4955

5000^m = In Einzelfällen wurde der Score nicht ausgerechnet, da die Angaben zur Berechnung unvollständig waren.

Die Zuordnung geschah auf grund des klinischen Zustandes.

Tabelle zur Abb. 1: venöser und capillärer Hämatokrit in %

Nr.	HK _{ven}	HK _{cap}	Nr.	HK _{ven}	HK _{cap}
13	43	42	38	62	66
14	40	41	39	56	58
15	66	72	40	31	35
16	59	57	43	40	39
17	41	48	44	27	30
18	40	40	45	61	64
20	44	54	46	57	64
22	46	52	48	62	70
23	33	35,5	49	47	51
25	49,5	54,5	50	57	59
26	75	75	51	49	52
27	49	52	52	47,5	49
28	41	45	53	44	45
29	53	61	54	51	49
33	31	33	55	65	78
34	52	53	57	70	74
36	47	57			

n = 33

a = 3,03

b = 0,88

r = 0,93

p < 0,001

Tabelle zur Abb. 2: capillär-venöse Differenz gegen cap. HK

Nr.	Diff. in %	HK _{cap}	Nr.	Diff. in %	HK _{cap}
13	- 2,5	42	17	+14	48
14	+ 2	41	22	+15,5	52
18	o	4o	28	+ 9	45
23	+ 7	35,5	32	+ 2	46
33	+ 6	33	37	+ 8	48
35	+ 3	33	49	+ 7,5	51
4o	+11	35	52	+ 3	49
43	- 2,5	39	53	+ 2	45
44	+1o	3o	54	- 4	49
I. n = 9			6o	+ 1	47
$\bar{x} = + 3,7$			II. n = 1o		
$s_{xi} = 5,2$			$\bar{x} = + 5,9$		
$s_x = 1o,08$			$s_{xi} = 6,2$		
$p < o,25$			$s_x = 11,7$		
			$p < o,5$		

Signifikanzen:

I gegen II : $p < o,25$ I gegen V : $p < o,15$

Tabelle zur Abb. 2: capillär-venöse Differenz gegen cap. HK

Nr.	Diff. in %	HK _{cap}	Nr.	Diff. in %	HK _{cap}
16	- 3,5	57	19	-12,5	65
20	+18,5	54	29	+13,1	61
25	+ 9	54,5	38	+ 6,5	66
27	+ 6	52	45	+ 4,5	64
34	+ 1,9	53	46	+11	64
36	+17,5	57	56	+24	66
39	+ 3,5	58	IV. n = 6 $\bar{x}$ = + 6,7 s_{xi} = 13,2 $s_{\bar{x}}$ = 24,8 p < 0,475		
41	+ 5,5	57			
50	+ 3,5	59			
51	+ 5,9	52			
III. n = 10					

Nr.	Diff. in %	HK _{cap}
15	+ 9	72
26	+ 1,5	76
55	+16,5	78
57	+ 5,5	74
48	+11,4	70

V. $n = 5$
$\bar{x} = + 7,7$
$s_{xi} = 5,6$
$s_{\bar{x}} = 10,1$
$p < 0,15$

Tabelle zur Abb. 3: venöser und arterieller Hämatokrit in%

Nr.	HK _{ven}	HK _{art}
14	40	35,7
17	41	46
18	40	38
22	46	45
23	33	34
25	49,5	47
30	60	47
32	45	46
34	52	51
40	31	33
41	54	52
48	70	75
49	47	48
52	47,5	45,5
53	44	44
54	51	47

$$n = 16$$

$$a = -5,07$$

$$b = 1,15$$

$$r = 0,89$$

$$p < 0,001$$

Tabelle zu Abb. 4: venöser und capillärer Hämatokrit in %

Gruppe 1			Gruppe 2		
Nr.	HK _{ven}	HK _{cap}	Nr.	HK _{ven}	HK _{cap}
14	40	41	13	43	42
17	41	48	18	40	40
19	73	65	20	44	54
26	75	76	22	46	52
27	49	52	28	41	45
29	53	61	33	31	33
30	60	50	35	32	33
32	45	46	38	62	66
34	52	53	40	31	35
36	47	57	43	40	39
37	44	48	44	27	30
39	56	58	50	56	59
45	61	64	52	47,5	49
46	57	64			
48	62	70			
49	47	51			
53	44	45			
54	51	49			
55	65	78			
56	50	66			
57	70	74			
60	46,5	47			

n = 22

a = 6,31

b = 0,84

r = 0,87

p < 0,0005

n = 13

a = 5,60

b = 0,804

r = 0,95

p < 0,0005

Tabelle zur Abb. 5: Blutvolumen (ml) gegen Gewicht (g)

Nr.	BV	Gewicht	Nr.	BV	Gewicht
1	253	3000	29	306	2530
2	201	3310	30	204	2090
3	315	2610	31	60,3	700
4	225	2720	32	133	1350
5	337	3900	33	204	2850
6	172	2150	34	234	2350
7	255	3290	35	226	2330
8	291	3100	36	279	2700
9	166	2000	37	247	2400
10	231	2640	38	191	1780
11	123	2250	39	290	2280
12	100	1700	40	424	3900
13	110	1400	41	249	3160
14	326	3570	42	313	2900
15	178,5	1880	43	307	2760
16	236,5	1850	44	289	2480
17	225	2280	45	334	3260
18	262	2940	46	225	2280
19	406	3500	47	331	3630
20	276	3100	48	201	2100
21	189	1640	49	250	3260
22	111	990	50	318	3400
23	286	1520	51	169	1780
24	204	1490	52	528	4310
25	179,5	1750	53	207	2230
26	445	3850	54	232	2180
26a	319	3750	55	458	4350
27	223	2380	56	194	2170
28	160	1740	57	217	2200

Tabelle zu Abb. 5: Blutvolumen (ml) gegen Gewicht (g)

<u>Nr.</u>	<u>BV</u>	<u>Gewicht</u>
58	247	2650
59	220	3270
61	112	1350
62	421	3450
63	172	1930
64	250	2600

$$n = 64$$

$$a = 23,39$$

$$b = 0,0887$$

$$r = 0,82$$

$$p < 0,001$$

Tabelle zu Abb. 6: Blutvolumen (ml) gegen Körperoberfläche (m^2)

Nr.	BV	Oberfläche	Nr.	BV	Oberfläche
16	236,5	0,125	49	250	0,215
17	225	0,171	50	318	0,202
18	262	0,184	51	169	0,150
19	406	0,200	53	207	0,164
20	276	0,200	54	232	0,162
22	111	0,091	55	458	0,255
24	204	0,119	56	194	0,164
25	179,5	0,130	57	217	0,159
26	445	0,230	58	247	0,175
26a	319	0,230	59	220	0,172
27	223	0,170	61	112	0,120
29	306	0,173	62	421	0,205
30	204	0,147	63	172	0,146
31	60,3	0,075	64	250	0,175
32	133	0,120	7	255	0,220
33	204	0,171	9	166	0,159
34	234	0,161			
35	226	0,161			
36	279	0,182	n =	46	
37	247	0,172	a =	-55,19	
38	191	0,148	b =	1843,57	
39	290	0,168	r =	0,78	
40	424	0,226	p <	0,001	
41	249	0,191			
43	307	0,175			
44	289	0,176			
45	334	0,200			
46	225	0,155			
47	331	0,207			
48	201	0,161			

Tabelle zu Abb. 7: a) Blutvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	BV	Nr.	BV	Nr.	BV	Nr.	BV
1	84,5	2	60,5	8	94	22	112
11	55,3	3	93,5	9	83,2	27	93,5
14	91	5	86,5	20	89,2	28	92
19	116	6	80	29	121	38	107
21	115,5	7	78	30	97,5	39	127
24	130	10	86	31	86,5	43	111
26	115	13	78,5	32	98,5	44	108
33	71,5	15	95	35	97	51	94,5
34	99,5	17	99	36	103	58	93,2
40	109	18	89	37	103	63	89,4
49	76,5	41	79	42	108		
56	89,5	46	98,5	45	102		
57	99	48	96	47	91		
60	82,5	50	93,5	59	77,4		
61	82,5	52	122,5				
62	122	53	92				
		54	106				
		55	105				
		64	96,2				
n = 16		n = 19		n = 14		n = 10	
$\bar{x} = 94,06$		$\bar{x} = 91,31$		$\bar{x} = 96,52$		$\bar{x} = 102,8$	
$s_{xi} = 23,69$		$s_{xi} = 13,3$		$s_{xi} = 11,04$		$s_{xi} = 12,1$	
$s_x = 5,92$		$s_x = 3,06$		$s_x = 2,95$		$s_x = 3,83$	

Signifikanzen:

20 h auf 76 h : $p < 0,05$

Tabelle zu Abb. 7: b) Plasmapvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	PV	Nr.	PV	Nr.	PV	Nr.	PV
1	47,3	2	34,5	8	40,4	22	60,5
11	37,2	3	59,8	9	38,7	27	47,6
14	54,5	5	47,5	20	49,5	28	54,3
19	31,3	6	47,2	29	56,9	38	40,6
21	66,7	7	44,7	30	39,0	39	56,9
24	87,0	10	41,7	31	61,4	43	61,6
26	28,7	13	44,7	32	53,0	44	78,9
33	49,4	15	32,2	35	63,1	51	48,2
34	47,8	17	58,4	36	57,6	58	47,0
40	75,3	18	53,4	37	54,6	63	54,8
49	40,6	41	36,5	42	55,1		
56	44,7	46	42,3	45	41,8		
57	29,7	48	36,4	47	41,8		
60	25,7	50	40,3	59	42,5		
61	36,4	52	64,4				
62	51,3	53	51,5				
		54	51,9				
		55	63,7				
		64	57,7				
n = 16		n = 19		n = 14		n = 10	
$\bar{x} = 47,0$		$\bar{x} = 46,4$		$\bar{x} = 49,4$		$\bar{x} = 55,5$	
$s_{xi} = 16,8$		$s_{xi} = 8,71$		$s_{xi} = 9,35$		$s_{xi} = 12,15$	
$s_x = 4,2$		$s_x = 2,0$		$s_x = 2,5$		$s_x = 3,3$	

Signifikanz:

20 h auf 76 h : $p < 0,025$

Tabelle zu Abb. 7: c) Blutzellvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	BZV	Nr.	BZV	Nr.	BZV	Nr.	BZV
1	37,2	2	26,0	8	53,5	22	51,5
11	18,3	3	33,8	9	44,5	27	45,8
14	36,4	5	56,1	20	39,7	28	37,7
19	84,6	6	32,8	29	64,1	38	66,5
21	48,5	7	33,2	30	58,5	39	71,1
24	42,9	10	44,2	31	25,1	43	44,4
26	86,3	13	33,7	32	45,2	44	29,2
33	22,2	15	62,7	35	29,8	51	46,4
34	47,6	17	40,6	36	45,4	58	46,1
40	33,8	18	35,6	37	48,4	63	34,6
49	36,0	41	42,5	42	52,9		
56	44,7	46	56,1	45	62,3		
57	69,3	48	59,5	47	49,1		
60	22,3	50	53,2	59	32,8		
61	46,2	52	58,1				
62	70,8	53	40,4				
		54	54,0				
		55	68,3				
		64	38,9				
n = 16		n = 19		n = 14		n = 10	
$\bar{x} = 46,68$		$\bar{x} = 44,85$		$\bar{x} = 47,20$		$\bar{x} = 47,30$	
$s_{xi} = 20,94$		$s_{xi} = 12,08$		$s_{xi} = 12,10$		$s_{xi} = 13,10$	
$s_x^2 = 5,24$		$s_x^2 = 2,78$		$s_x^2 = 3,22$		$s_x^2 = 4,15$	

Tabelle zu Abb. 7: d) Hämatokrit (%) gegen Alter (Std.)
(ausgezogene Linie)

5		20		42		76 h	
Nr.	HK	Nr.	HK	Nr.	HK	Nr.	HK
1	44	2	43	8	57	22	46
11	33	3	36	9	53,5	27	49
14	40	5	45	20	44,5	28	41
19	73	6	41	29	53	38	62
21	42	7	42,6	30	60	39	56
24	33	10	51,5	31	29	43	40
26	75	13	43	32	46	44	27
33	31	15	66	35	32	51	49
34	52	17	41	36	44	58	49,5
40	31	18	40	37	47	63	38,7
49	47	41	54	42	49		
56	50	46	57	45	61		
57	70	48	62	47	54		
60	46,5	50	57	59	45		
61	56	52	47,5				
62	58	53	44				
		54	51				
		55	65				
		64	40				
n = 16		n = 19		n = 14		n = 10	
$\bar{x} = 48,84$		$\bar{x} = 48,77$		$\bar{x} = 48,21$		$\bar{x} = 45,82$	
$s_{xi} = 14,51$		$s_{xi} = 9,10$		$s_{xi} = 9,38$		$s_{xi} = 9,78$	
$s_x = 3,63$		$s_x = 2,35$		$s_x = 2,51$		$s_x = 3,10$	

Tabelle zu Abb. 7: d) Hämatokrit (%) gegen Alter (Std.)
(gestrichelte Linie)

	4	8	24	48 h
Nr.	HK	HK	HK	HK
I	36	18	30	31
II	37	28	32	40
III	54	54	57	50
IV	56	58	54	54
V	68	67	64	61
22	59	69	51	52
VI	39	44	38	48
25	50	67	58	48
VII	55	53	48	44
VIII	48	51	47	53
IX	60	64	56	51
X	42	41	40	40
XI	57	60	53	56
XII	53	51	42	45
XIII	62	54	50	70
43	34	25	44	45
XIV	68	56	60	53
XV	53	62	53	40
XVI	66	77	45	46
XVII	62	59	60	52
9	62	62	65	60
10	72	71	50	50
XVIII	58	58	56	56
XIX	62	37	57	68
XX	47	50	46	45
XXI	73	72	52	54
XXII	81	71	65	66

Tabelle zu Abb. 7: d) Fortsetzung

	4	8	24	48 h
Nr.	HK	HK	HK	HK
57	70	63	72	69
56	52	50	48	47
XXIII	55	43	40	38
58	49	51	52	53
59	42	44	45	45
61	68	56	38	57
62	65	54	58	78
63	50	45	39	45

n = 35

$\bar{x} =$	52	50	47	48
-------------	----	----	----	----

$s_{xi} =$	13,4	9,67	10,05
------------	------	------	-------

$s_x =$	2,25	1,6	1,7
---------	------	-----	-----

Tabelle zu Abb. 7: e) Gewicht in % gegen Alter (Std.)

	5	20	42	76 h
Nr.	g	%	%	%
1	2980	98,6	96,0	97,1
2	2550	99,2 '	98,1	96,5
3	2720	100,0 '		
5	3940	98,2 '	97,0	99,0
6	2160	99,0 '	99,0	100,0
7	3290	100,0 '		
8	3100	100,0	101,0 '	100,8
9	2000	97,5	97,5 '	97,5
10	2600	97,7 '	96,2	96,2
13	1430	96,6 '		
14	3560	99,4	98,1	97,1
15	1880	101,0 '	99,0	98,4
17	2270	98,2 '	96,8	94,2
18	2960	98,0 '		93,8
20	3100		97,5 '	
22	990			88,4 '
26	3860	101,0	97,5	98,4
27	1860	97,8	96,7	92,4 '
28	1810	99,5	97,2	96,2 '
29	2560	99,5	98,9 '	97,6
30	2070	98,5	96,5 '	94,7
31	730	98,6	98,6 '	98,6
32	1420	97,9	93,6 '	90,1
33	2870	97,6	96,2	90,6
34	2300	99,1	95,7	95,2
35	2330	101,7	103,0 '	97,5
36	2350	100,3	101,8 '	101,2
37	2700	99,6	100,0 '	100,5
38	1860	98,3	96,7	93,0 '

Tabelle zu Abb. 7: e) Fortsetzung

	5	20	42	76 h
Nr.	g	%	%	%
39	2280	100,0	100,0	100,0 '
41	3190	99,0 '	95,5	93,0
42	2940	99,3	98,0 '	96,6
43	2750	98,1	98,1	96,7 '
44	2420	95,0	96,6	103,3 '
45	3200	101,5	100,0 '	99,5
46	2330	97,4 '	97,4	99,5
47	3630	95,2	90,8 '	92,5
48	2120	97,2 '	94,3	96,6
49	1260	98,0	98,3	96,4
50	3460	98,3 '		
51	1900	99,0	94,7	94,7 '
52	4310	100,0 '		
53	2250	97,	95,5	91,5
54	2150	100,0 '	96,8	93,0
55	4250	97,7 '		
56	2200	107,2	103,7	98,2
57	2220	102,8	101,0	99,1
58	2430	112,5	111,0	108,3 '
59	3220	101,0	102,0 '	101,0
60	2650	102,5	100,0	101,3
61	1500	93,3	93,3	93,3
62	3470	101,5	106,7	105,8
63	2100	99,0	97,5	95,2 '
64	2600	99,2 '	98,7	98,5
n =	47	46	46	47
$\bar{x}$ =	2488,5	99,39	98,14	97,02
$s_{x1}^2 =$		8,78	12,31	14,98
$s_{\bar{x}}^2 =$		2,96	3,51	3,87

zu Abb. 7e) :

Die mit ' markierten Werte wurden zum Zeitpunkt unserer Blutvolumenmessung gemessen. Sie ergeben die ausgezogene Linie; die vier Gruppen entsprechen den anderen Gruppen der Abb. 7.

	20	42	76 h
n =	19	14	10
$\bar{x}$ =	98,65	98,51	96,82
s_{xi} =	1,184	3,33	5,74
s_x =	2,71	0,89	1,82

Tabelle zu Abb. 8: a) Blutvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	BV	Nr.	BV	Nr.	BV	Nr.	BV
Gr.1:							
1	84,5	2	60,5	8	94	27	93,5
14	91	5	86,5	9	83,2	39	127
19	116	15	95	29	121	51	94,5
26	115	17	99	30	97,5	58	93,2
34	99,5	41	79	32	98,5	63	89,4
49	76,5	46	98,5	36	103		
56	89,5	48	96	37	103		
57	99	53	92	45	102		
60	48	54	106				
		55	105				
n =	9	n =	10	n =	8	n =	5
$\bar{x}$ =	91,0	$\bar{x}$ =	91,75	$\bar{x}$ =	100,28	$\bar{x}$ =	99,5
s_{xi} =	430,12	s_{xi} =	185,79	s_{xi} =	112,73	s_{xi} =	239,74
s_x =	20,73	s_x =	13,63	s_x =	10,62	s_x =	15,48
Gr.2:							
11	55,3	3	93,5	20	89,2	22	112
21	115,5	6	80	31	86,5	28	92
24	130	7	78	35	97	38	107
33	71,5	10	86	42	108	43	111
40	109	13	78,5	47	91	44	108
61	82,5	18	89	59	77,4		
62	122	50	93,5				
		52	122,5				
		64	96,2				
n =	7	n =	9	n =	6	n =	5
$\bar{x}$ =	98,01	$\bar{x}$ =	90,8	$\bar{x}$ =	91,5	$\bar{x}$ =	106,0
s_{xi} =	797,31	s_{xi} =	188,34	s_{xi} =	106,0	s_{xi} =	65,5
s_x =	28,23	s_x =	13,72	s_x =	10,3	s_x =	8,09

Tabelle zu Abb. 8: b) Plasmavolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	PV	Nr.	PV	Nr.	PV	Nr.	PV
<u>Gr.1:</u>							
1	47,3	2	34,5	8	40,4	27	47,6
14	54,5	5	47,5	9	38,7	39	56,9
19	31,3	15	32,2	29	56,9	51	48,2
26	28,7	17	58,4	30	39,0	58	47,0
34	47,8	41	36,5	32	53,0	63	54,8
49	40,6	46	42,3	36	57,6		
56	44,7	48	36,4	37	54,6		
57	29,7	53	51,5	45	39,8		
60	25,7	54	51,9				
		55	36,7				
n = 9		n = 10		n = 8		n = 5	
$\bar{x} = 38,92$		$\bar{x} = 42,79$		$\bar{x} = 47,50$		$\bar{x} = 50,90$	
$s_{xi} = 106,29$		$s_{xi} = 80,37$		$s_{xi} = 75,77$		$s_{xi} = 21,15$	
$s_x = 10,30$		$s_x = 8,97$		$s_x = 8,71$		$s_x = 4,59$	
<u>Gr.2:</u>							
11	37,2	3	59,8	20	49,5	22	60,5
21	66,7	6	47,2	31	61,4	28	54,3
24	87,0	7	44,7	35	63,1	43	61,6
33	49,4	10	41,7	42	55,1	44	78,9
40	75,3	13	44,7	47	41,8		
61	36,4	18	53,4	59	42,5		
62	51,3	50	40,3				
		52	64,4				
		64	57,7				
n = 7		n = 9		n = 6		n = 5	
$\bar{x} = 57,61$		$\bar{x} = 50,43$		$\bar{x} = 52,23$		$\bar{x} = 59,18$	
$s_{xi} = 372,17$		$s_{xi} = 74,95$		$s_{xi} = 84,28$		$s_{xi} = 191,38$	
$s_x = 19,29$		$s_x = 8,66$		$s_x = 9,18$		$s_x = 13,83$	

Tabelle zu Abb.8: c) Blutzellvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	BZV	Nr.	BZV	Nr.	BZV	Nr.	BZV
Gr.1:							
1	37,2	2	26,0	8	53,5	27	45,8
14	36,4	15	62,7	9	44,5	39	71,1
19	84,6	17	40,6	29	64,1	51	46,4
26	86,3	41	42,5	30	58,5	58	46,1
34	47,6	46	56,1	32	45,1	63	34,6
49	36,0	48	59,5	36	45,4		
56	44,7	53	40,4	37	48,4		
57	69,3	54	54,0	45	62,3		
60	22,3	55	68,3				
		64	38,9				
n =	9	n =	10	n =	8	n =	5
$\bar{x}$ =	51,60	$\bar{x}$ =	48,9	$\bar{x}$ =	53,98	$\bar{x}$ =	48,8
s_{xi} =	526,28	s_{xi} =	173,72	s_{xi} =	64,88	s_{xi} =	180,24
$s_{\bar{x}}$ =	22,94	$s_{\bar{x}}$ =	13,18	$s_{\bar{x}}$ =	8,06	$s_{\bar{x}}$ =	13,42
Gr.2:							
11	18,3	3	33,8	20	39,7	22	51,5
21	48,5	5	56,1	31	25,1	28	37,7
24	42,9	6	32,8	35	29,8	38	66,5
33	22,2	7	33,2	42	52,9	43	44,4
40	33,8	10	44,2	47	49,1	44	29,2
61	46,2	13	33,7	59	32,8		
62	70,8	18	35,6				
		50	53,2				
		52	58,1				
n =	7	n =	9	n =	6	n =	6
$\bar{x}$ =	40,38	$\bar{x}$ =	40,34	$\bar{x}$ =	38,23	$\bar{x}$ =	45,86
s_{xi} =	315,47	s_{xi} =	89,53	s_{xi} =	121,69	s_{xi} =	201,02
$s_{\bar{x}}$ =	17,76	$s_{\bar{x}}$ =	9,46	$s_{\bar{x}}$ =	11,03	$s_{\bar{x}}$ =	14,18

Tabelle zu Abb. 8: d) Hämatokrit (%) gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	HK	Nr.	HK	Nr.	HK	Nr.	HK
Gr.1:							
1	44	2	43	8	57	27	49
14	40	5	45	9	53,5	39	56
19	73	15	66	29	53	51	49
26	75	17	41	30	60	58	49,5
34	52	41	54	32	46	63	38,7
49	47	46	57	36	44		
56	50	48	62	37	47		
60	46,5	53	44	45	61		
57	70	54	51				
		55	65				
n =	9	n =	10	n =	8	n =	5
$\bar{x}$ =	55,28	$\bar{x}$ =	52,8	$\bar{x}$ =	52,69	$\bar{x}$ =	48,44
s_{xi} =	183,07	s_{xi} =	89,29	s_{xi} =	42,07	s_{xi} =	38,44
s_x =	13,53	s_x =	9,45	s_x =	6,49	s_x =	6,20
Gr.2:							
11	33	3	36	20	44,5	22	46
21	42	6	41	31	29	28	41
24	33	7	42,6	35	32	38	62
33	31	10	51,5	42	49	43	40
40	31	13	43	47	54	44	27
61	56	18	40	59	45		
62	58	50	57				
		52	47,5				
		64	40				
n =	7	n =	9	n =	6	n =	5
$\bar{x}$ =	40,57	$\bar{x}$ =	44,29	$\bar{x}$ =	42,25	$\bar{x}$ =	43,2
s_{xi} =	140,28	s_{xi} =	43,09	s_{xi} =	95,37	s_{xi} =	159,7
s_x =	11,84	s_x =	6,56	s_x =	9,76	s_x =	12,64

Tabelle zu Abb.8: e) Gewicht in % gegen Alter (Std.)

5		20		42		76 h	
Nr.	Gew.	Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%
<u>Gr.1:</u>							
1	2980	2	99,2	8	101,0	27	92,4
14	3560	5	98,2	9	97,5	39	100,0
19	3500	15	101,0	29	98,9	51	94,7
26	3860	17	98,2	30	96,5	58	108,3
34	2300	41	99,0	32	93,6	63	95,2
49	3260	46	97,4	36	101,8		
56	2200	48	97,2	37	100,0		
60	2650	53	97,7	45	100,0		
57	2220	54	100,0				
		55	97,7				
n =			10		8		5
$\bar{x}$ =			98,6		98,5		98,1
s_{xi} =			1,5		2,7		6,3
$s_{\bar{x}}$ =			1,2		2,7		6,4
<u>Gr.2:</u>							
11	2250	3	100,0	20	97,5	22	88,4
21	1640	6	99,0	31	98,6	28	96,2
24	1490	7	100,0	35	103,0	38	93,0
33	2870	10	97,7	42	98,0	43	96,7
40	3900	13	96,6	47	90,8	44	103,3
61	1500	18	98,0	59	102,0		
62	3470	50	98,3				
		52	100,0				
		64	99,2				
n =			9		6		5
$\bar{x}$ =			98,2		98,3		96,5
s_{xi} =			1,2		4,3		5,4
$s_{\bar{x}}$ =			1,2		4,3		5,7

Tabelle zu Abb.9: a) Hämatokrit (%) gegen Alter (Std.)

<u>Gr.1:</u>			<u>Gr.2:</u>		
Nr.	HK	Std.	Nr.	HK	Std.
1	44	3	3	47	25
2	43	22	4	37	92
5	45	26,5	7	42,6	21,5
6	41	22	10	51,5	14,5
8	57	33	11	33	4
9	53,5	31,5	12	72	10
14	40	4	13	43	15,5
17	41	17	15	66	30
19	73	9,5	18	40	20,5
25	49,5	8	20	44	53
26	75	2,5	21	42	6,5
27	49	89	22	46	60,5
30	60	34	23	33	25
34	52	5	24	33	6
36	47	46,5	28	41	65,5
37	44	46,5	29	53	53,5
39	56	76,5	32	45	33
41	54	26	33	31	3,5
45	61	46	35	32	29,5
46	57	27,5	38	62	62,5
48	62	16,5	40	31	7,5
49	47	4,5	42	49	37,5
52	47,5	20	43	40	98,5
54	51	11	44	27	99,5
55	65	20	50	57	13,5
57	70	5	51	49	62
60	46,5	2,5	53	44	62
63	38,7	76,5	56	50	3,5

Tabelle zu Abb.9 a): Fortsetzung

Gr. 1:

Nr.	HK	Std.
64	40	21
65	42	19.5

$$n = 30$$

$$a = 53,6$$

$$b = -0,08$$

$$r = 0,14$$

Signifikanz: $p > 0,1$

Gr. 2:

Nr.	HK	Std.
58	49,5	68
59	45	34
61	56	9,5
62	58	5

$$n = 32$$

$$a = 46,8$$

$$b = -0,04$$

$$r = 0,12$$

Tabelle zu Abb. 9: b) Blutvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

<u>Gr.1:</u>			<u>Gr.2:</u>		
Nr.	BV	Std.	Nr.	BV	Std.
1	84,5	3	3	93,5	25
2	60,5	22	4	121	92
5	86,5	26,5	7	78	21,5
6	80	22	10	86	14,5
8	94	33	11	55,3	4
9	83,2	31,5	12	58,9	10
14	91	4	13	78,5	15,5
17	99	17	15	95	30
19	116	9,5	18	89	20,5
25	102,5	53	20	89,2	53
26	115	2,5	21	115,5	6,5
27	93,5	89	22	112	60,5
30	97,5	34	23	189	25
34	99,5	5	24	137	6
36	103	46,5	28	92	65,5
37	103	46,5	29	121	53,5
39	127	76,5	32	98,5	33
41	79	26	33	71,5	3,5
45	102	46	35	97	29,5
46	98,5	27,5	38	107	62,5
48	96	16,5	40	109	7,5
49	76,5	4,5	42	108	37,5
52	122,5	20	43	111	98,5
54	106	11	44	116	99,5
55	105	20	50	93,5	13,5
57	99	5	51	94,5	62
60	48,1	2,5	53	92	62
63	89,4	76,5	56	89,5	3,5

Tabelle zu Abb. 9b): Fortsetzung

Gr.1:

Nr.	BV	Std.
64	96,2	21
65	108	19,5

$$n = 30$$

$$a = 89,8$$

$$b = 0,21$$

$$r = 0,28$$

Signifikanz: $p > 0,1$

Gr.2:

Nr.	BV	Std.
58	93,2	68
59	77,4	34
61	112	9,5
62	122	5

$$n = 32$$

$$a = 90,1$$

$$b = 0,17$$

$$r = 0,25$$

Tabelle zu Abb. 10: Plasmavolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

<u>Gr. 1:</u>			<u>Gr. 2:</u>		
Nr.	PV	Std.	Nr.	PV	Std.
1	47,3	3	6	47,2	22
2	34,5	22	10	41,7	14,5
5	56,9	76,5	11	37,2	4
8	40,4	33	7	44,7	21,5
9	38,7	31,5	3	44,7	15
14	54,5	4	13	44,7	15
15	32,2	30	20	49,5	53
17	58,4	17	21	66,7	6,5
19	31,3	9,5	22	60,5	60,5
26	28,7	2,5	24	87,0	6
27	47,6	89	28	54,3	65,5
29	56,9	53,5	31	61,4	55,5
32	53,0	33	33	49,4	3,5
34	47,8	5	35	63,1	29,5
36	57,6	46,5	38	40,6	62,5
37	54,6	46,5	40	75,3	7,5
39	47,5	26,5	18	53,4	20,5
41	36,5	26	42	55,1	37,5
45	39,8	46	43	61,6	98,5
46	42,3	27,5	44	78,9	99,5
48	36,4	16,5	47	41,8	49,5
49	40,6	4,5	50	40,3	13,5
51	48,2	62	52	64,4	20
53	51,5	26	59	42,5	34
54	51,9	11	61	36,4	9,5
55	36,7	20	62	51,3	5
56	44,7	3,5	64	57,7	21
57	29,7	5			

Tabelle zu Abb. 10: Fortsetzung

Gr.1:

Nr.	PV	Std.
-----	----	------

58	47,0	68
----	------	----

63	54,8	76,5
----	------	------

30	39,0	34
----	------	----

n = 31

a = 38,91

b = 0,18

r = 0,45

p > 0,1

Gr.2:

Nr.	PV	Std.
-----	----	------

n = 28

a = 51,45

b = 0,09

r = 0,19

p > 0,1

Tabelle zu Abb. 11: Blutzellvolumen (ml/kg) gegen Alter (Std.)

<u>Gr. 1:</u>			<u>Gr. 2:</u>		
Nr.	BZV	Std.	Nr.	BZV	Std.
1	37,2	3	3	33,8	25
2	26,0	22	6	32,8	22
5	38,9	26,5	7	33,2	21,5
8	53,5	33	10	44,2	14,5
9	44,5	31,5	11	18,3	4
14	36,4	4	13	33,7	15,5
15	62,7	30	18	35,6	20,5
17	40,6	17	20	39,7	53
19	84,6	9,5	21	48,5	6,5
26	86,3	2,5	22	51,5	60,5
27	45,8	89	24	42,9	6
29	64,1	53,5	28	37,7	65,5
30	58,5	34	31	25,1	55,5
32	45,1	33	33	22,2	3,5
34	47,6	5	35	29,8	29,5
36	45,4	46,5	38	66,5	62,5
37	58,4	46,5	40	33,8	7,5
39	71,7	76,5	42	52,9	37,5
41	42,5	26	43	44,4	98,5
45	62,3	46	44	29,2	99,5
46	56,1	27,5	47	49,1	49,5
48	59,5	16,5	50	53,2	13,5
49	36,0	4,5	52	58,2	20
51	46,4	62	59	32,8	34
53	40,4	26	61	46,2	9,5
54	54,0	11	62	70,8	5
55	68,3	20	64	38,5	21
56	44,7	3,5			

Tabelle zu Abb.11: Fortsetzung

Gr.1:

Nr.	BZV	Std.
57	69,3	5
58	46,1	68
63	34,6	76,5

$$n = 31$$

$$a = 50,73$$

$$b = 0,0061$$

$$r = 0,01$$

$$j > 0,1$$

Gr.2:

Nr.	BZV	Std.
-----	-----	------

$$n = 28$$

$$a = 40,36$$

$$b = 0,0172$$

$$r = 0,04$$

$$p > 0,1$$

Tabelle zu Abb. 12: a) systol. Blutdruck (mmHg) gegen
Blutvolumen (ml/kg)

Nr.	P _s	BV	
1	70	84,5	
2	50	60,5	
3	30	93,5	
4	45	121	
8	58	94	
18	58	89	n = 17
20	64	89,2	a = 54,8
29	70	121	b = 0,09
41	76	79	r = 0,14
42	68	108	p > 0,1
45	77	102	
49	87	76,5	
52	71	122,5	
58	68	93,2	
59	68	77,4	
60	43	48,1	
62	63	122	

Tabelle zu Abb.12: b) systol. Blutdruck (mmHg) gegen
Blutvolumen (ml/kg)

Nr.	P _s	BV	
6	74	80	
9	40	83	
11	25	55,3	
15	65	95	
16	78	127	
17	70	99	n = 22
22	58	112	a = 10,1
25	58	102	b = 0,54
27	68	93,5	r = 0,62
30	54	97,5	p < 0,01
31	67	86,5	
32	52	98,5	
34	60	99,5	
38	75	107	
39	82	127	
46	57	98,5	
48	54	96	
51	68	94,5	
53	70	92	
54	62	106	
57	69	99	
63	75	89,4	

Tabelle zu Abb. 13: Blutvolumen (l/m^2) gegen Schockindex

Nr.	BV/KO	f/P _s	
15	1,41	2,07	
16	1,89	1,49	
17	1,32	2,00	
18	1,42	2,93	
20	1,38	1,94	
22	1,22	2,59	n = 21
25	1,38	2,41	a = 1,97
27	1,31	1,91	b = -0,36
29	1,77	1,79	r = 0,41
30	1,195	2,21	p < 0,1
31	0,805	2,39	
32	1,11	2,79	
38	1,29	1,92	
39	1,72	2,00	
45	1,67	1,84	
46	1,45	2,21	
49	1,61	1,84	
51	1,12	2,18	
54	1,43	2,18	
64	1,43	2,89	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

vaginalentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
6	80,0	32,8	41	10
8	94,0	53,5	57	9
9	83,2	44,5	53,5	9
13	78,5	33,7	43	10
15	95,0	62,7	66	10
20	89,5			10
22	112,0			9
25	102,5	52,1	49,5	9
30	97,5	58,5	60	9
34	99,5	47,6	52	10
38	106,0	66,5	62	10
45	102,0	62,0	61	10
46	107,0	53,2	57	10
50	93,5	56,1	57	10
51	94,5	46,4	49	10
54		54,0	51	10
55	105,0	68,3	65	10
56	98,5	44,7	50	10
57	99,0	69,3	70	10
61		46,2	56	10
n =	18	18	18	
$\bar{x}$ =	96,5	52,9	55,5	
s_{xi} =	9,2	10,7	7,7	
$s_{\bar{x}}$ =	4,7	10,1	7,0	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

vaginalentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK(%)	Asphyxie-Index
1	84,5	37,2	44	8
10	86,0	44,2	51,5	7
39	127,0	71,1	51,5	7
40	109,0	33,8	31	8
42	108,0	52,9	49	7
44	116,0	29,2	27	7
58	93,2	46,1	49,5	8
65	108,0	48,8	42	7
n =	8	8	8	
$\bar{x}$ =	103,96	45,41	43,7	
s_{xi} =	14,9	13,1	10,1	
s_x =	7,2	14,4	11,5	

vaginalentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK(%)	Asphyxie-Index
3	93,5	33,8	47	6
7	78,0	33,2	42,6	5
11	55,3	18,3	33	5
14	91,0	36,4	40	5
31	86,5	25,1	27	6
35	97,0	29,8	32	6
43	111,0	44,4	40	5
59	77,4	32,8	45	6
62	122,0	70,8	58	6
63	89,4	34,6	38,7	4
n =	10	10	10	
$\bar{x}$ =	90,1	35,9	40,3	
s_{xi} =	18,4	14,1	8,7	
s_x =	10,2	19,0	10,9	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

sectionentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
2	60,5	26,0	43	10
19	119,0	84,6	73	9
41	79,0	42,5	54	9
53	93,0	40,4	44	10
64	96,4	38,9	40	10
48			62	9
n =	5	5	6	
$\bar{x}$	89,6	46,5	52,6	
s_{xi}	21,7	22,3	12,9	
s_x	12,1	23,9	12,2	

sectionentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
27	93,5	45,8	49	8
36	103,0	45,4	47	8
49	76,5	36,0	47	7
52	122,5	58,1	47,5	8
n =	4	4	4	
$\bar{x}$	98,8	46,3	47,6	
s_{xi}	19,2	9,1	0,95	
s_x	9,7	9,8	0,99	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

sectionentbunden:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
5	86,5	56,1	45	5
18	89,0	35,6	40	5
21	115,5	48,5	42	6
33	71,5	22,2	31	6
37	103,0	48,4	44	5
60	48,1	22,3	46,5	6
n =	6	6	6	
$\bar{x}$ =	85,6	38,9	41,4	
s_{xi} =	23,7	14,4	5,9	
$s_{\bar{x}}$ =	13,7	18,6	6,7	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

Atemnot-Syndrom:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
20	89,2	39,7	44	10
22	112,0	51,5	46	9
26	115,0	86,3	75	9
41	79,0	42,5	54	9
45	102,0	62,3	61	10
56	89,5	44,7	50	10

n =	6	6	6	
$\bar{x}$ =	97,8	54,5	55,0	
s_{xi} =	14,2	17,5	11,5	
s_x =	7,3	16,1	10,5	

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
17	99,0	40,6	41	8
27	93,5	45,8	49	8
29	121,0	64,1	53	8
32	98,5	45,2	45	7
47	91,0	49,1	50	8

n =	5	5	5	
$\bar{x}$ =	100,6	48,96	47,6	
s_{xi} =	11,9	8,99	4,7	
s_x =	5,9	9,2	4,9	

Tabelle zu Abb. 14: Blutvolumen, Blutzellvolumen und Hämatokrit
in Abhängigkeit vom Asphyxie-Index

Atemnot-Syndrom:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
3	93,5	33,8	47	6
18	89,0	35,6	40	5
21	115,5	48,5	42	6
31	86,5	25,1	27	6
n =	4	4	4	
$\bar{x}$ =	96,1	35,7	39,0	
s_{xi} =	13,2	9,7	8,5	
$s_{\bar{x}}$ =	6,9	13,5	10,95	

Verstorbene:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
7	78,0	33,2	42,6	5
11	55,3	18,3	33	5
21	115,5	48,5	42	6
22	112,0	51,5	46	9
24	137,0	42,9	33	6
28	92,0	37,7	41	9
31	86,5	25,1	27	6
43	111,0	44,4	40	5
52	122,5	58,1	47,5	8
n =	9	9	9	
$\bar{x}$ =	101,1	39,96	39,1	
s_{xi} =	25,2	12,8	6,7	
$s_{\bar{x}}$ =	12,5	15,9	8,6	

Tabelle zu Abb. 15: BV, BZV und HK bei Kindern diabetischer Mütter

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
19	115,5	84,6	73	9
26	115,0	86,3	75	9
29	121,0	64,1	53	8
41	79,0	42,5	54	9
52	122,5	58,1	47,5	8
n	5	5	5	
$\bar{x}$	110,6	67,1	60,5	
s_{xi}	17,97	18,5	12,6	
s_x	8,1	13,8	10,4	

Tabelle zu Abb. 16: BV, BZV und HK bei Zwillingen

I. Zwilling:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
11	55,3	18,3	33	5
36	103,0	45,4	47	8
43	111,0	44,4	40	5
n	3	3	3	
$\bar{x}$	89,8	35,97	40,0	
s_{xi}	30,1	18,1	6,7	
s_x	16,7	21,3	8,7	

II. Zwilling:

Nr.	BV (ml/kg)	BZV (ml/kg)	HK (%)	Asphyxie-Index
12	58,9	42,4	72	6
24	137,0	42,9	33	7
37	103,0	48,4	44	5
44	116,0	29,2	27	7
58	93,2	46,1	49,5	8
63	89,4	34,3	38,7	4
n	6	6	6	
$\bar{x}$	99,6	40,6	44,03	
s_{xi}	26,4	7,3	15,8	
s_x	13,2	9,05	17,9	

STATISTIK

Aus den Einzeldaten eines Kollektivs wurden errechnet:

der Mittelwert ($\bar{x}$),

die mittlere Streuung der Einzelwerte (s_{x_i}),

die mittlere Streuung des Mittelwertes ($s_{\bar{x}}$).

Die Prüfung, ob zwei Mittelwerte sich signifikant unterscheiden, erfolgte nach dem Student - t - Test.

Die Abhängigkeit jeweils zweier physiologischer Wertereihen voneinander wurde durch Berechnung der linearen Regression aus den Einzelwerten geprüft.

Für sämtliche statistischen Berechnungen wurden die wissenschaftlichen Tabellen zugrunde gelegt (19,44,62).

IX. LEBENSLAUF

Claudia Bakowski

Tochter des Dr. med. Edwin Bakowski und seiner Ehefrau

Margarete, geb. Fritz,

31. Dez. 1947 geboren in Neustadt Krs. Sebnitz
- Sept. bis Dez. 1954 Besuch der Grundschule in Neustadt
- Dez. 1954 Wohnungswechsel nach Berlin - Weißensee
und Besuch der Grundschule - Weißensee
- Sept. 1959 Wohnungswechsel nach Berlin - Mitte und
Besuch der 1. poli-technischen Oberschule
- Febr. 1961 Übersiedelung in die BRD nach Villingen /Schww.
wo ich nach einem Probevierteljahr eine Klasse
überspringen durfte und in die Untertertia des
math. - nat. Gymnasiums aufgenommen wurde
- Sept. 1965 Wohnungswechsel nach Füssen/Allgäu und
Besuch des math. - nat. Gymnasiums Hohen-
schwangau
- Juli 1967 Reifeprüfung am Gymnasium Hohenschwangau
- Nov. 1967 Immatrikulation an der Ludwig - Maximilian -
Universität in München an der Medizinischen
Fakultät
- April 1970 Physikum an der Universität München
- Vom Okt. 1970 bis April 1971 arbeitete ich am experimentellen
Teil meiner Dissertation in der von Hauner'schen Kinderklinik unter
Herrn Professor Riegel.

